

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA**



**PROYECTO FINAL DE CARRERA**

**INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL: ELECTRICIDAD**

**Instalación Eléctrica del Instituto de Medicina Legal  
de Badajoz**

**AUTOR:** Francisco Palacios Prieto

**TUTOR:** Esteban Patricio Domínguez González-Seco

Leganés, 28 de Octubre de 2010

# **INDICE GENERAL**

<b>I.- OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
<b>II.- MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>14</b>
1.- GENERALIDADES.....	14
2.- LEGISLACIÓN APLICABLE.....	14
3.- DESCRIPCIÓN DEL CONJUNTO.....	15
4.- PREVISIÓN DE CARGAS.....	15
5.- INSTALACIÓN DE ALTA/MEDIA TENSIÓN.....	17
5.1.- CENTROS DE TRANSFORMACION.....	18
5.1.1.- Descripción General.....	18
5.1.2.- Clasificación de los C.T.....	18
5.1.3.-Constitución de un Centro de Transformación.....	20
5.1.4.- Instalaciones auxiliares del Centro de Transformación.....	26
5.1.5.- Puesta a Tierra.....	26
5.2.- GRUPO ELECTROGENO.....	28
5.2.1.- Descripción General.....	28
5.2.2.- Constitución de un Grupo Electrógeno.....	29
5.2.3.- Arranque de un Grupo Electrógeno.....	33
5.2.4.- Mantenimiento de un Grupo Electrógeno.....	34
6.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI).....	37
6.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL.....	37
6.2.- MOTIVOS DE USO DE UN S.A.I.....	37
6.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS SAIS.....	38
7.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	45

---

7.1.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).	47
7.2.- CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT).	48
7.3.- LÍNEA DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG).	49
7.4.- CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN DE ZONAS (CS).	50
7.5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES EMPLEADOS.	52
7.6.- DISTRIBUCIONES EN PLANTAS.	53
7.7.- ALUMBRADO DE INTERIORES.	55
7.7.1.- Alumbrado de Emergencia.	60
7.7.2.- Locales Interiores con Prescripciones Especiales.	62
8.- CANALIZACIONES.	64
8.1.- TUBOS METÁLICOS Y NO METÁLICOS.	64
8.2.- BANDEJAS.	67
9.- TOMAS DE CORRIENTE.	70
9.1.- TOMAS DE CORRIENTE DOMÉSTICAS.	70
9.1.1.- Clasificación de las tomas de corrientes.	70
9.2.- TOMAS DE CORRIENTE INDUSTRIAL.	75
9.2.1.- La difusión de la unificación europea.	75
9.2.2.- Grado de protección.	76
9.2.3.- Partes de una toma de corriente de uso industrial.	78
10.- SISTEMAS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA.	79
10.1.- PUESTA A TIERRA.	79
10.1.1.- Clasificación de los Esquemas de Puesta a Tierra.	80
10.1.2.- Aplicación de los tres tipos de esquemas.	83
10.2.- PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.	85
10.3.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.	86
10.4.- PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.	88

10.5.- PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS.....	90
11.- INSTALACIÓN DE PARARRAYOS. ....	93
11.1.- SISTEMA EXTERNO.....	94
11.2.- SISTEMA INTERNO.....	95
11.3.- RED DE TIERRA.....	96
11.4.- REGLAMENTOS Y NORMAS.....	96
<b>III.- CALCULOS ELECTRICOS.....</b>	<b>- 98 -</b>
1.- INSTALACIÓN DE ALTA/MEDIA TENSIÓN.....	- 98 -
1.1.- INTENSIDADES A PLENA CARGA.....	- 98 -
1.1.1.- Intensidad en Alta Tensión.....	- 98 -
1.1.2.- Intensidad en Baja Tensión.....	- 99 -
1.2.- INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	- 99 -
1.2.1.- Cortocircuito en Alta Tensión.....	- 99 -
1.2.2.- Cortocircuito en Baja Tensión.....	- 100 -
2.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	- 101 -
2.1.- CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LÍNEAS.....	- 101 -
2.1.1.- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.....	- 101 -
2.1.2.- Criterio de la caída de tensión.....	- 101 -
2.1.3.- Criterio de la intensidad de cortocircuito.....	- 102 -
2.2.- CÁLCULO DE LÍNEAS.....	- 102 -
3.- CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.....	- 106 -
3.1.- DATOS DEL PROYECTO.....	- 106 -
3.2.- CÁLCULO LUMINOTÉCNICO MEDIANTE APLICACIÓN INFORMÁTICA.....	- 110 -
3.2.1.- Despachos.....	- 111 -
3.2.2.- Sala de Autopsias.....	- 113 -
3.2.3.- Biblioteca.....	- 115 -

3.2.4.- Sala de Espera.....	- 118 -
3.2.5.- Pasillo. ....	- 120 -
<b>4.- CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA...</b>	<b>- 122 -</b>
4.1.- RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN DE ALTA TENSIÓN.....	- 123 -
4.2.- RED DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO .....	- 124 -
4.3.- RED DE PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO .....	- 125 -
4.4.- RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN BAJA TENSIÓN. ....	- 126 -
4.5.- ENLACE ENTRE LAS REDES ESTABLECIDAS. ....	- 127 -
<b>5.- PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS (CTE DB SU8).....</b>	<b>- 128 -</b>
5.1.- PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN. ....	- 128 -
5.2.- FRECUENCIA ESPERADA DE IMPACTOS (NE). ....	- 128 -
5.3.- RIESGO ADMISIBLE (NA).....	- 129 -
5.4.- CONCLUSIÓN DEL CALCULO. ....	- 130 -
<b>IV.- PLIEGO DE CONDICIONES. ....</b>	<b>133</b>
<b>1.- GENERALIDADES. ....</b>	<b>133</b>
1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN. ....	133
1.2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	133
1.3.- PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN. ....	134
1.4.- MODIFICACIONES AL PROYECTO Y CAMBIO DE MATERIALES.....	134
1.5.- VIBRACIONES Y RUIDOS.....	134
1.6.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES. .....	135
1.7.- PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES.....	135
1.8.- NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO. ....	138
1.9.- DOCUMENTACIÓN Y LEGALIZACIONES. ....	139

2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN .....	141
2.1.- GENERALIDADES. ....	141
2.2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	143
2.2.1.- Envolvente metálica.....	143
2.2.2.- Aparellaje.....	145
2.2.3.- Normas de ejecución de las instalaciones.....	149
2.2.4.- Pruebas reglamentarias.....	149
2.2.5.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	149
2.3.- CABLES DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA (1–52 KV).....	151
2.3.1.- Cables aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE).....	152
2.3.2.- Cables aislamiento con goma Etileno-Propileno (EPR).....	152
3.- GRUPOS ELECTRÓGENOS.....	154
3.1.- GENERALIDADES.....	154
3.2.- COMPONENTES.....	155
3.2.1.- Motor Diesel.....	155
3.2.2.- Alternador.....	156
3.2.3.- Acoplamiento y Bancada.....	156
3.2.4.- Cuadro de Protección, Arranque y Control.....	157
3.2.5.- Depósito de combustible.....	157
3.2.6.- Juego de herramientas.....	157
3.2.7.- Documentación y apoyo técnico.....	157
3.3.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	158
3.4.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	158
3.4.1.- Funcionamiento Manual.....	158
3.4.2.- Funcionamiento Automático.....	159
3.4.3.- Funcionamiento Pruebas.....	159

<b>4.- EQUIPOS SUMINISTRO ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (S.A.I.).....</b>	<b>161</b>
4.1.- GENERALIDADES.....	161
4.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	163
4.2.1.- Batería de acumuladores.....	163
4.2.2.- Entrada del equipo.....	164
4.2.3.- Salida del equipo.....	164
4.3.- TIPO DE SAIS Y CARACTERÍSTICAS PARTICULARES.....	165
4.3.1- SAI monofásico hasta 700 vatios.....	165
4.3.2.- S.A.I. monofásico entre 700 y 4.000 vatios.....	166
4.3.3.- S.A.I. monofásico y trifásicos entre 4.000 y 30.000 vatios.....	167
4.4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS LOCALES DESTINADOS A ALOJAR LOS SAIS....	168
<b>5.- CUADROS DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>169</b>
5.1.- GENERALIDADES.....	169
5.2.- COMPONENTES.....	170
5.2.1.- Envolventes.....	170
5.2.2.- Aparamenta.....	171
5.2.3.- Embarrados y Cableados.....	173
5.2.4.- Elementos accesorios.....	176
5.3.- PANELES DE AISLAMIENTO.....	176
<b>6.- CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>178</b>
6.1 GENERALIDADES.....	178
6.2.- TIPO DE CABLES ELÉCTRICOS Y SU INSTALACIÓN (ES07Z1-450/750V-AS)...	179
6.2.1.- Cables Eléctricos para temperatura de servicio 70°C.....	179
6.2.2.- Cables Eléctricos para temperatura de servicio 90°C e instalación al aire (RZ1-0,671kV-AS).....	180

6.2.3.- Cables Eléctricos para temperatura de servicio 90°C e instalación enterrada (RV-0,6/1kV). .....	181
6.2.4.- Cables Resistentes al Fuego para temperatura de servicio 90°C e instalación al aire (RZ1-0,6/1kV-AS+). .....	182
<b>7.- CANALIZACIONES.....</b>	<b>183</b>
7.1 GENERALIDADES.....	183
7.2.- MATERIALES. ....	185
7.2.1.- Bandejas.....	185
7.2.2.- Canales protectores.....	187
7.2.3.- Tubos para instalaciones eléctricas.....	188
7.2.4.- Cajas de registro, empalme y mecanismos. ....	191
<b>8.- INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.....</b>	<b>193</b>
8.1.- GENERALIDADES. ....	193
8.2.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA). ....	193
8.3.- CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT). ....	193
8.4.- LÍNEAS DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG) E INDIVIDUALES (LDI). ....	194
8.5.- CUADROS DE PROTECCIÓN CGDS Y CSS. ....	194
8.6.- INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN.....	194
8.6.1.- Distribución para Alumbrado Normal. ....	196
8.6.2.- Distribución para Alumbrado de Emergencia.....	197
8.6.3.- Distribución para tomas de corriente. ....	200
8.6.4.- Distribución para Alumbrado Público. ....	200
8.6.5.- Distribución de fuerza para Quirófanos, Salas de Intervención y Camas de U.C.I.....	201
<b>9.- REDES DE TIERRAS.....</b>	<b>204</b>
9.1.- GENERALIDADES. ....	204
9.2.- REDES DE TIERRA INDEPENDIENTES. ....	205
9.2.1.- Red de Puesta a Tierra de Protección Alta Tensión.....	205



9.2.2.- Red de Puesta a Tierra de Servicio. ....	206
9.2.3.- Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio.....	206
9.2.4.- Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión. ....	207
9.2.5.- Enlace entre las Redes establecidas. ....	208
<b>10.- LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES.....</b>	<b>211</b>
10.1.- GENERALIDADES. ....	211
10.2.- TIPOS DE LUMINARIAS. ....	213
10.2.1.- Luminarias fluorescentes de interior.....	213
10.2.2.- Regletas industriales y luminarias herméticas para interior.....	216
10.2.3.- Aparatos especiales y decorativos para interior.....	216
10.2.4.- Aparatos autónomos para alumbrados de Emergencia y Señalización.....	217
10.2.5.- Luminarias de Alumbrado Público y sus soportes.....	217
10.3.- COMPONENTES PARA LUMINARIAS. ....	218
10.3.1.- Reactancias o balastos. ....	219
10.3.2.- Lámparas fluorescentes.....	223
10.3.3.- Lámparas fluorescentes compactas.....	223
10.3.4.- Lámparas de descarga de forma elipsoidal. ....	224
10.3.5.- Lámparas varias. ....	224
<b>1.- GENERALIDADES. ....</b>	<b>225</b>
1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	225
1.2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	225
1.3.- PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN. ....	226
1.4.- MODIFICACIONES AL PROYECTO Y CAMBIO DE MATERIALES.....	226
1.5.- VIBRACIONES Y RUIDOS.....	227
1.6.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES.....	227
1.7.- PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE INSTALACIONES. ....	227

1.8.- NORMATIVA A CUMPLIR. ....	228
1.8.1.- Referente al cableado. ....	228
1.8.2.- Referente a la Compatibilidad Electromagnética. ....	228
1.8.3.- Referente a Seguridad. ....	228
1.9.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA FINAL Y FORMACIÓN. ....	229
<b>2.- RED DE CABLEADO ESTRUCTURADO. ....</b>	<b>230</b>
2.1.- GENERALIDADES. ....	230
2.2.- COMPONENTES. ....	232
2.2.1.- Cables en cobre de enlace entre RSs y Puestos de Acceso a Red ....	232
2.2.2.- Cables de fibra óptica. ....	233
2.2.3.- Cables de Pares para Voz. ....	234
2.2.4.- Cables Coaxiales. ....	235
2.2.5.- Centros de cableados (Repartidores). ....	235
2.2.6.- Latiguillos de asignación. ....	238
2.3. CANALIZACIONES. ....	238
2.4.- PUESTOS DE ACCESO A RED (PAR). ....	240
2.5.- REDES DE TIERRA Y DE EQUIPOTENCIALIDAD. ....	241
2.6. PRUEBAS. ....	242
2.7.- CERTIFICACIÓN. ....	243
2.8.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA. ....	244
<b>3.- TELEFONÍA INTERIOR CON ENLACES A LA RED URBANA. .</b>	<b>245</b>
3.1.- GENERALIDADES. ....	245
3.2.- CENTRALES TELEFÓNICAS. ....	245
<b>4.- MEGAFONÍA PARA MÚSICA Y AVISOS. ....</b>	<b>248</b>
4.1.- GENERALIDADES. ....	248
4.2.- COMPONENTES. ....	248

---

4.2.1.- Central de Megafonía.....	248
4.2.2.- Pupitres Microfónicos.....	249
4.2.3.- Altavoces. ....	249
4.2.4.- Distribuciones. ....	249
<b>V.- PRESUPUESTO.....</b>	<b>251</b>
<b>VI.- PLANOS. ....</b>	<b>277</b>
<b>VII.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>279</b>
<b>VIII.- ANEXOS. ....</b>	<b>281</b>
1.- HOJA DE CÁLCULO.....	281
2.- CÁLCULO DE LÍNEAS Y DISEÑO DE PROTECCIONES. ....	284
3.- CÁLCULO PARA LA REGULACIÓN DE PROTECCIONES DE LÍNEAS.....	286
4.- INTERPRETACIÓN DE LAS HOJAS DE CÁLCULO. ....	289
<b>VIV.- BIBLIOGRAFIA. ....</b>	<b>291</b>



# **I.- OBJETIVOS.**

El presente proyecto tiene por objeto especificar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de la instalación eléctrica del Instituto de Medicina Legal de Badajoz para proceder a la legalización de las mismas ante las autoridades y organismos competentes.

Enfocando el proyecto desde una visión general uno de los aspectos primordiales será el uso de normativa y reglamentos totalmente actualizados. Al ser considerado el edificio un “edificio de pública concurrencia”, será necesario el uso de una normativa más específica y una adecuación de las instalaciones más exigente.

La intención que se tendrá en el proyecto será primero definir, calcular y diseñar la instalación eléctrica de alta y baja tensión. Esta instalación eléctrica constará de varias partes, y basándose en la legislación vigente aplicable, se especificarán las características técnicas de:

- Instalación de Alta Tensión. En la que se describirá el centro de transformación y aparamenta necesaria para la alimentación de la instalación de baja tensión. Como apoyo al centro de transformación y por considerarse como un edificio de pública concurrencia será necesaria la definición y dimensionado de un grupo electrógeno para partes del edificio que no puedan quedarse sin energía como pueden ser los ascensores, o el cuadro de protección de datos.
- Además de los suministros normal y complementario, se ha previsto el uso de sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI), con el fin de garantizar el suministro en aquellos equipos que lo requieran por sus características de funcionamiento ininterrumpido y estabilidad de su servicio.
- Instalación de Baja Tensión. En la que se definirán el Cuadro General de Baja Tensión (C.G.B.T) y los Cuadros Secundarios (CSs), su ubicación y cableado de los distintos circuitos de alimentación.
- Por otra parte se llevará a cabo el diseño de una red de tierras por todo el edificio que proteja las instalaciones y sobre todo los contactos indirectos de las personas que estén en el edificio.
- Y por último, se tendrán que colocar las luminarias, tomas de corriente y demás aparatos de otras instalaciones por todo el edificio considerando las necesidades específicas de cada zona.

Debido a la entrada en vigor del nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE), se especificarán los nuevos requisitos que se imponen por esta reciente normativa.

Todos estos apartados a describir, diseñar y calcular irán acompañados del pliego de condiciones técnicas y planos necesarios para la ejecución de la obra.



## **II.- MEMORIA DESCRIPTIVA.**

### **1.- GENERALIDADES.**

En este capítulo del proyecto se definirán las instalaciones eléctricas de Media y Baja Tensión a realizar, conforme al Reglamento Electrotécnico correspondiente y demás normas complementarias vigentes, en la nueva sede del Instituto de Medicina Legal de Badajoz.

El Suministro Complementario de Reserva estará atendido mediante un Grupo Electrógeno de arranque, conexión a la red, desconexión y parada automáticas por falta y vuelta del suministro normal.

### **2. - LEGISLACIÓN APLICABLE.**

Para la realización de este proyecto han regido los criterios indicados en los Reglamentos Oficiales, de la Compañía Suministradora y en particular los siguientes:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según el Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002, Instrucciones Técnicas Complementarias y normas UNE de aplicación.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, según decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre de 1.982 e Instrucciones Técnicas Complementarias denominadas instrucciones MIE-RAT con orden de fecha 6 de Julio de 1.984.
- REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas particulares de la Compañía distribuidora.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas. (Ayuntamiento, Bomberos y Medio Ambiente).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, según orden Ministerial del 9 de Marzo de 1.971.

El edificio objeto del presente estudio destinado a usos sanitarios está clasificado como “Local de Pública Concurrencia” obedeciendo por tanto a las prescripciones recogidas en ITC-BT-028 del REBT.

### **3.- DESCRIPCIÓN DEL CONJUNTO.**

El conjunto destinado al Instituto de Medicina Legal de Badajoz tiene una superficie total construida de 3.140 metros cuadrados cedida por la Universidad de Extremadura junto a la Facultad de Medicina, en la que la superficie construida es de 2.358 metros cuadrados, y el resto se destinará a aparcamientos y jardines.

El edificio se distribuye en tres plantas. El semisótano, a donde accederán los furgones, acogerá el área patología forense (con dos salas de autopsias, una para cadáveres en putrefacción y otra de aislamiento para los que supongan un riesgo potencial), una de Rayos X, otra de archivos, dormitorios para las guardias, el laboratorio de anatomía patológica y salas de duelo para los familiares de los fallecidos. Esta planta dispone además de una zona de instalaciones donde se ubicarán el centro de transformación, el grupo electrógeno, el grupo de presión de protección contra incendios y la sala de cuadros eléctricos generales. Mientras que en la planta baja estarán la administración, despachos, consultas, y el área de atención al público, que accederá a las instalaciones por la entreplanta.

Por último, en la primera planta, habrá laboratorios, archivos y despachos, además de un aula para la docencia y una biblioteca. Y es que las nuevas instalaciones permitirán que el Instituto de Medicina Legal amplíe sus funciones al campo de la enseñanza, ahora limitado por la falta de espacio e infraestructuras adecuadas.

### **4.- PREVISIÓN DE CARGAS.**

Es esencial una correcta determinación de la potencia prevista en la instalación para conseguir un diseño económico y seguro dentro de los límites admisibles de temperatura y caída de tensión. Para ello se han seguido los criterios de la ITC-BT-10 en cuanto a previsión de cargas y factores de simultaneidad. Esta instrucción tiene por objeto establecer la previsión de cargas para los suministros de baja tensión de modo que se garantice la conexión y utilización segura de los receptores usados habitualmente y que futuros aumentos de la potencia demandada por los usuarios no tengan como consecuencia inmediata la necesidad de modificar la instalación. La previsión de cargas sirve también para dimensionar la capacidad de suministro de las líneas de distribución de las compañías eléctricas, así como la potencia a instalar en los Centros de Transformación. Las previsiones de carga establecidas son los valores teóricos mínimos a considerar. Por lo tanto, en caso de conocer la demanda real de los usuarios, se utilizarán estos valores cuando sean superiores a los mínimos teóricos.

Adicionalmente, para el cálculo de la potencia en líneas que alimentan luminaria fluorescentes, se ha utilizado el coeficiente de mayoración de 1,8 según se indica en el apartado 3.1 de la ITC-BT-44 del REBT. La previsión de cargas correspondientes a las



tomas de corriente para usos varios se ha calculado como la máxima potencia que podrá transportar cada circuito en función de las protecciones instaladas. Para la estimación del número de circuitos de fuerza en las distintas zonas se han tenido en cuenta las necesidades propias de cada dependencia, el nivel de ocupación y el trabajo a que se destinan.

A continuación se incluye una tabla que recoge la previsión de potencia para los cuadros proyectados:

DESTINO	SERVICIO	SUMINISTRO ÚNICO NORMAL			SUMINISTRO NORMAL Y COMPLEMENTARIO		
		POT. INSTA LADA (kVA)	COEFI. SIMUL TANEI DAD	POT. PLEN A CARG A (kVA)	POT. INSTA LADA (kVA)	COEFIC. SIMULT A NEIDA D	POT. PLEN A CARG A (kVA)
CS-(-1).1	ALUMB. Y FUERZA				82,20	0,60	49,32
CS-(-1).2	ALUMB. Y FUERZA	43,30	0,75	32,47			
TE- (-1).5.GPS	F. G. PRESION				10,00	1,00	10,00
TE-(- 1).4.GPI	F. G. INCENDIOS				15,00	-,--	-,--
TE- (-1).5.RX	F. RAYOS X	30,00	0,50	15,00			
CS-0.1	ALUMB. Y FUERZA				64,64	0,55	35,55
CS-1.1	ALUMB. Y FUERZA				45,60	0,55	25,08
TE-1.2.ASC	F. ASCENSOR				7,50	1,00	7,50
TE-1.3.ASC	F. ASCENSOR				7,50	1,00	7,50
TE-2.1.CLI	F. CLIMATIZA CIÓN	92,00	0,70	64,40			
TE-2.2.CLI	F. CLIMATIZA CIÓN	135,00	0,70	94,50			
TE-2.3.CLI	F. CLIMATIZA CIÓN	40,00	0,70	28,00			
<b>TOTAL</b>		<b>340,30</b>		<b>234,37</b>	<b>232,44</b>		<b>134,95</b>

Tabla 1. Previsión de cargas.

## 5.- INSTALACIÓN DE ALTA/MEDIA TENSIÓN.

El conjunto hospitalario se abastecerá de un Centro de Transformación dotado de un transformador de 400 KVA de potencia unitaria. Este transformador se acoplará al Cuadro General de Mando y Protección (CGMP)

El edificio contará con un suministro eléctrico complementario adicional al suministro eléctrico normal. Este suministro eléctrico complementario se clasifica según el artículo 10 del REBT en tres tipos:

- Suministro de socorro: limitado a una potencia receptora mínima del 15% del total contratado para el suministro normal.
- Suministro de reserva: limitado a una potencia receptora mínima del 25% del total contratado para el suministro normal.
- Suministro duplicado: capaz de mantener un servicio mayor del 50% de la potencia total contratada para el suministro normal.

El REBT establece en la ITC-BT-028 la obligatoriedad de instalación de suministro de reserva en hospitales. Será por tanto necesario dotar al suministro complementario de una potencia mínima de 100 kVA. Para atender la demanda de este suministro se instalará un grupo electrógeno de 150 kVA. en régimen continuo, que entrará en funcionamiento automáticamente cuando falle el suministro eléctrico. Se ha previsto un conmutador automático para evitar el acoplamiento del grupo electrógeno a la red.

En la tabla siguiente se recoge los valores para la previsión de potencia activa (P) en la instalación, que considerando un factor de potencia para el global de la instalación de 0,9, supone la siguiente previsión de potencia aparente (S):

SUMINISTRO NORMAL		SUMINISTRO COMPLEMENTARIO	
<b>Pot. Instalada</b>	572.74 kVA.	<b>Pot. Instalada</b>	232,44 kVA.
<b>Pot. Plena Carga</b>	369,32 kVA.	<b>Pot. Plena Carga</b>	134,95 kVA.
<b>Coef. Simultaneidad</b>	0.645	<b>Coef. Simultaneidad</b>	0,580

Tabla 2. Previsión de Potencia Aparente.

## 5.1.- CENTROS DE TRANSFORMACION

### 5.1.1.- Descripción General.

El conjunto hospitalario se abastecerá de un Centro de Transformación, el cual alimenta a un Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), diseñado para disponer un transformador con 400 kVA; lo que determina para toda su aparamenta de salida un poder de corte igual o superior a 10 kA., dichas instalaciones tienen las siguientes características técnicas:

Tensión Primaria	15,4/20 kV $\pm 5 \pm 7,5\%$
Tensión Secundaria	3×242/420 V
Potencia a Plena Carga disponible	400 kVA
Frecuencia de la corriente alterna senoidal	50 Hz
Tensión asignada de la aparamenta	24 kV
Poder de corte en cortocircuito	16 kA

Tabla 3. Características técnicas del Centro de Transformación.

Un Centro de Transformación es una instalación eléctrica que recibe energía en Alta Tensión o en media tensión (>1.000 voltios) y la entrega en media o Baja Tensión para su utilización final, usualmente 400 voltios en trifásica y 230 en monofásica.

### 5.1.2.- Clasificación de los C.T.

- Según su alimentación:
  - Alimentación en punta. Es aquel que tiene únicamente una línea de alimentación y está conectado en derivación de la red principal o constituye el punto final de dicha red.
  - Alimentación en paso (anillo o bucle). Es aquel que tiene una línea de entrada y una línea de salida hacia otro centro.
- Según su propiedad:
  - C.T. de empresa. Es propiedad de la empresa suministradora, y de él parten las redes de distribución en baja tensión.
  - C.T. de clientes. Es propiedad del cliente.
- Según su emplazamiento:

- C.T. intemperie o aéreo. Está constituido por un transformador de potencia no superior a 160KVA, protegido con fusibles y seccionadores, todo ello montado sobre apoyo. Se puede superar ésta potencia si el trafo se instala sobre un pórtico.

Se utiliza para:

- ❖ Zonas rurales.
  - ❖ Suministros provisionales.
  - ❖ Clientes aislados.
- C.T. de interior. Consiste en un local cerrado en el que se monta el transformador, la aparamenta de MT y de BT. Pueden montarse:
    - ❖ En superficie. Sus accesos están a nivel de calle y existen dos tipos:
      - En local. Forma parte de un edificio.
      - Independiente. Aislado de cualquier edificación, y puede ser prefabricado de hormigón o metálico y construido de fábrica de ladrillos (convencional).
    - ❖ Subterráneo. Pueden estar situados bajo la vía pública o en el sótano de los edificios.
- Según su acometida:
    - Con acometida aérea. Son aquellos a los que les llegan las líneas de MT aéreas.
    - Con acometida subterránea. Son aquellos a los que les llegan las líneas de MT subterráneas.
    - Con acometida mixta. Son aquellos a los que les llegan unas líneas de MT aéreas y otras líneas de MT subterráneas.

En este proyecto el centro de transformación estará en un recinto que será de uso exclusivo, estará situado en nivel de calle, en edificio independiente junto a la entrada al aparcamiento, y sus dimensiones a escala con implantación de equipos han sido incluidas en planos de planta de este proyecto. Su cerramiento será como mínimo EI90, por lo tanto será un **C.T. Interior en Superficie Independiente**.

### 5.1.3.-Constitución de un Centro de Transformación.

La disposición de las distintas celdas proyectadas para el centro de transformación responde al siguiente diagrama unifilar:

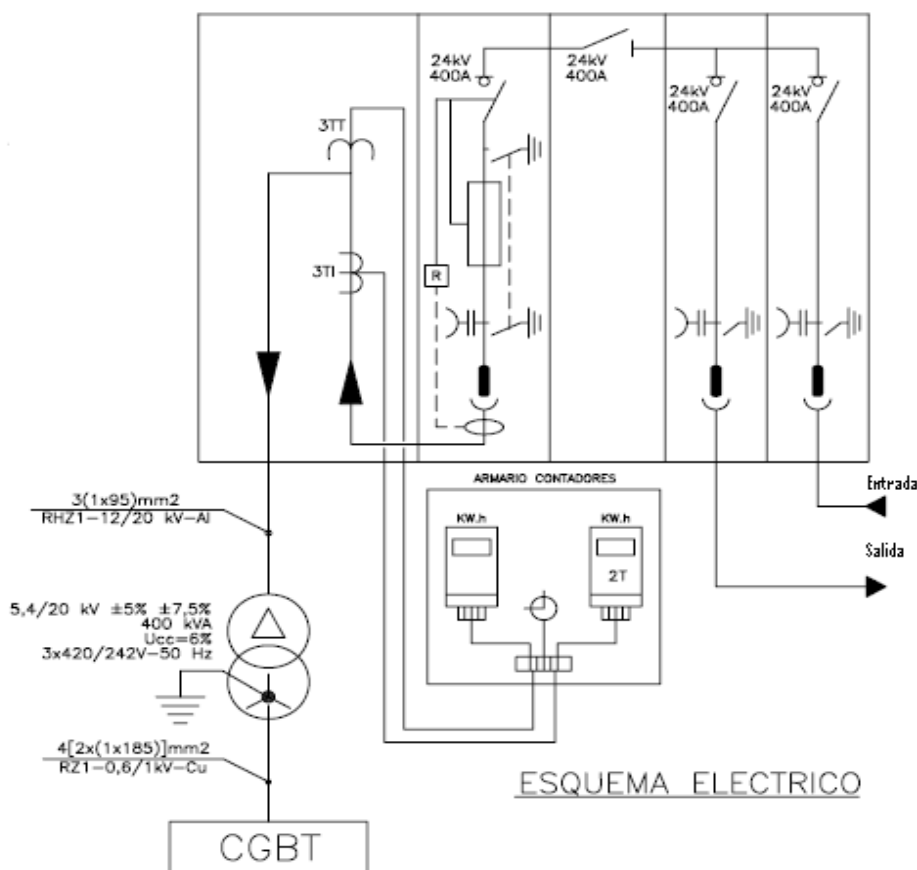


Figura 1. Diagrama Unifilar del Centro de Transformación.

El Centro de Transformación está formado por el siguiente conjunto de celdas:

- Celdas de línea. Son las celdas para la entrada/salida de las líneas MT en el CT. Normalmente en los CT de paso o de anillo hay 2 celdas de línea: entrada - salida; también puede haber 3: entrada-salida-derivación. En los CT de punta generalmente habrá una celda de línea de entrada (no hay salida). Incluso en el caso de CTs de abonado, el tipo de celdas de línea viene impuesto por normas de la compañía suministradora. En caso de alimentación subterránea, además del interruptor-seccionador, la celda dispondrá de un seccionador de puesta a tierra del cable subterráneo para evitar accidentes por capacidades parásitas, con enclavamiento mecánico respecto al primero. Cuando la entrada sea aérea, se dispondrán pararrayos auto válvulas siempre que no existan próximas este tipo de protecciones.

Su función es de maniobra: apertura-cierre del interruptor-seccionador. Normalmente no tienen función de protección (no disponen de interruptor automático ni de fusibles).

En nuestro caso se instalarán celdas con envoltorio metálico de INAEL o equivalente, modelo CML2, formada por un módulo con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, de V<sub>n</sub>=24 kV e I<sub>n</sub>=400 A, con embarrado superior de cobre, interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, seccionador de puesta a tierra, enclavamientos entre interruptor y seccionador de puesta a tierra, mandos manuales independientes, dos salidas de conexiones laterales, manómetro con válvula de bloqueo, posibilidad de bloqueos mediante candado y/o cerradura, señalización de presencia de tensión, enclavamientos, membrana de seguridad y cáncamos de elevación; instalada.

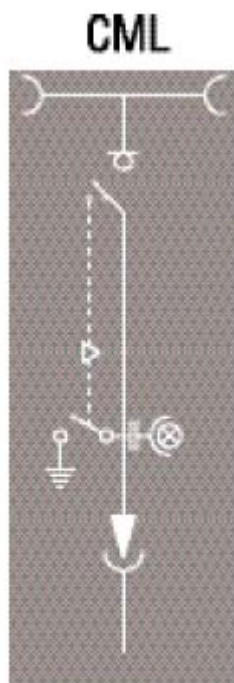


Figura 2. Celda Modular de línea con dos salidas de conexiones laterales.

- Celda para Seccionamiento. Sirve para separar las celdas de entrada-salida de la parte del abonado: se puede dejar sin servicio la parte de abonado mientras siguen activas las celdas de línea; se ubica justo después de las celdas de entrada/salida.

En este proyecto es una celda con envoltorio metálico de INAEL o equivalente, modelo CMSP, formada por un módulo con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, de V<sub>n</sub>=24 kV e I<sub>n</sub>=400 A, con embarrado superior de cobre interrumpido por un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, mando manual, manómetro con válvula de bloqueo, posibilidad de bloqueos

mediante candado y/o cerradura, señalización de presencia de tensión, enclavamientos, membrana de seguridad y cáncamos de elevación; instalada.



Figura 3. Celda Modular de seccionamiento pasante.

- Celda de protección de transformador. Cada salida a transformador debe tener una celda para su protección y para poder seccionar y aislar este elemento. Son las utilizadas para funciones de maniobra y protección de los transformadores. Habitualmente se eligen con corte en atmósfera de SF6. Se dispone de bobina de disparo gobernada por los diversos elementos de protección del trafo (sondas térmicas, bucholz,...).

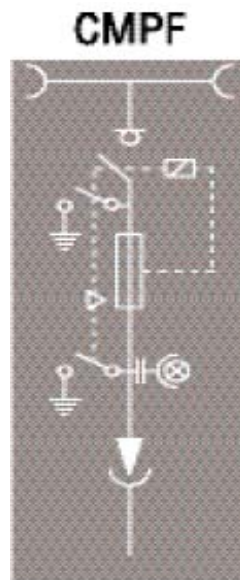


Figura 4. Celda Modular de protección con fusibles con dos salidas de conexiones laterales.

En nuestro caso como solo tenemos un transformador la celda de protección general y la celda de protección de trafo son la misma, la cual consta

de una celda con envolvente metálica de INAEL o equivalente, modelo CMPF2, formada por un módulo con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, de V<sub>n</sub>=24 kV e I<sub>n</sub>=400 A, con embarrado superior de cobre, interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, seccionador doble de puesta a tierra, enclavamientos entre interruptor y seccionador de puesta a tierra, mandos manuales independientes, conjunto de fusibles fríos combinados con el interruptor seccionador, y captadores capacitivos, 1 relé trifásico de protección autoalimentado; dos salidas de conexiones laterales, manómetro con válvula de bloqueo, posibilidad de bloqueos mediante candado y/o cerradura, señalización de presencia de tensión, enclavamientos, membrana de seguridad y cáncamos de elevación; instalada.

- Celda de Medida. Es donde se ubican los TT (transformadores de tensión) y TI (transformadores de intensidad), cuyos secundarios se conectan al equipo de medida de energía. Se colocan primero los TI. Estará precintada por la compañía suministradora. Se colocan 2 o 3 TI y 2 o 3 TT, dependiendo del sistema de medida usado por la compañía suministradora.

En los transformadores de medida, uno de los bornes de cada secundario se conecta a tierra. Los equipos de medida, regletas de verificación, módulo de tarificación, etc., se ubican en armario con visor, precintado, fuera de la celda de medida; cableado 6 mm<sup>2</sup> (Cu) hasta armario.

Si la protección que se realiza es del tipo indirecto, se deberán disponer a mayores otros 2 o 3 TI de protección o bien los TI de medida serán de doble devanado en el secundario.

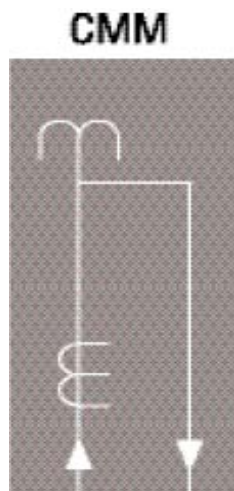


Figura 5. Celda Modular de medida.

En este proyecto será una celda con envolvente metálica de INAEL o equivalente, modelo CMM, formada por un módulo de V<sub>n</sub>=24 kV, conteniendo tres transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad Clase 02; incluso cáncamos de elevación; instalada.



- Celda en obra civil. Es la que alojará un transformador trifásico de potencia. Esta celda dispone de puertas abatibles que impiden el acceso directo del personal estando en tensión el transformador; para ello la cerradura de las puertas estará enclavada con el interruptor de protección para él, alojado en las celdas anteriores.

### Transformador

El transformador de potencia previsto es del tipo encapsulado en resina epoxi del fabricante IMEFY, clase F, según la CEI-726 y dispone de ventilación forzada controlada por temperatura en los devanados del mismo. Con las siguientes características:

CARACTERÍSTICA	VALOR
Potencia	400 kVA
Tensión primario	15,4/20 kV $\pm 5 \pm 7.5\%$
Tensión secundario	3x 420/242 V
Frecuencia	50 Hz
Tensión de cortocircuito	6%
Grupo conexión	Dy11n

Tabla 4. Características Técnicas de Transformador.



Figura 6. Transformador de potencia encapsulado en resina epoxi.

Se elige este tipo de transformador encapsulado debido a sus ventajas frente a los de aceite, las cuales son las siguientes:

1. *Auto extinguable.*

En caso de fuego externo al transformador que afecte al mismo, éste arde con mucha dificultad y con llama débil, la cual se extingue rápidamente al cesar el foco productor.

2. *Inercia térmica elevada.*

Debido a una mayor masa que sus equivalentes en líquido, su constante de tiempo es muy superior, por lo que soporta mejor las sobrecargas de corta duración.

3. *Compactos.*

Al ser sus únicos elementos el circuito magnético, las bobinas y los elementos de fijación, su diseño es muy compacto resultando un conjunto robusto y a prueba de vibraciones. Esto hace que sean idóneos para ser instalados en material móvil.

4. *Gran resistencia al cortocircuito.*

Como consecuencia del encapsulado, que rodea a los conductores además de unirlos fuertemente entre sí, la resistencia a los esfuerzos electrodinámicos generados en un cortocircuito es muy alta. Por otro lado al ser la densidad de corriente más baja que en los transformadores con líquido, la temperatura máxima transitoria alcanzada en un cortocircuito es muy inferior a los límites señalados en UNE 20101.

5. *Mantenimiento reducido.*

Los transformadores tipo seco no requieren servicios o mantenimientos complicados para asegurar su funcionamiento tales como monitoreo de la vida útil del aceite, problemas por fugas, derrames, etc.

6. *Facilidad de instalación.*

Es suficiente una protección contra contactos, ya que no precisa foso de recogida de líquido ni instalación en local hecho de obra.

#### **5.1.4.- Instalaciones auxiliares del Centro de Transformación.**

- Ventilación.

Debido a las pérdidas en el transformador del centro de transformación el ambiente del centro sufre un calentamiento, lo que obliga a la instalación de un sistema de ventilación para evitar la condensación y evacuar el calor generado en los transformadores a fin de mantener una temperatura ambiente adecuada. La ventilación podrá ser natural o forzada.

Para la ventilación natural se dispondrá uno o más huecos en la parte inferior próxima a los transformadores para permitir la entrada de aire frío del exterior. La evacuación de aire caliente se hará por salidas en la parte superior opuesta del CT. La superficie del hueco de salida será mayor que la del hueco de entrada. Para más de un trazo se dispondrán, siempre que sea posible, elementos de ventilación independientes para cada uno (lo cual no es el caso de dicho proyecto).

Si por las características constructivas no se puede realizar ventilación natural, se adoptará un sistema forzado. Los conductos de este sistema serán independientes de otros conductos de ventilación del edificio.

Las rejillas de admisión y expulsión de aire se situarán en fachada, vía pública o patios interiores de manzana, no provocarán molestias a vecinos o viandantes e impedirán mediante malla metálica la entrada de pequeños objetos y mediante lamas, la de agua de lluvia.

- Protección del centro de transformación.

A consecuencia de que es el elemento más importante del centro de transformación, porque es uno de los elementos más caros y el anularía el funcionamiento del centro en caso de avería, esto hace que la protección del transformador sea lo principal. Dichas protecciones deben de efectuar varias misiones como: Garantizar la seguridad de las personas; evitar el deterioro del transformador; y la protección contra defectos internos en el propio transformador, esto último puede provocar un aumento de la temperatura en el interior del mismo por lo que los transformadores estarán provistos de dispositivos térmicos que detecten la temperatura de los devanados o del medio refrigerante y de dispositivos liberadores de presión que evacúen los gases del interior de la cuba en caso de ardo interno.

#### **5.1.5.- Puesta a Tierra.**

Los esquemas de conexión a tierra están definidos por la norma CEI 60364, estando regulados en España por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-08, "Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica."

En el apartado de Puesta a Tierra del presente proyecto se describen los distintos sistemas de puesta a tierra del edificio. A continuación se describe exclusivamente la red de puesta a tierra en el Centro de Transformación.

Para edificios con centro de transformación propio, en el apartado 11 de la ITC-BT-18 del REBT, se exige que la tierra de las masas de la instalación en baja tensión y la tierra de las masas del centro de transformación sean independientes. Por esta razón aquí se han proyectado cuatro redes de puesta a tierra independientes:

- Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión.
- Redes de puesta a tierra de neutros de Transformadores.
- Red de puesta a tierra de Protección en Baja Tensión.
- Red de puesta a tierra de la Estructura.

En este apartado únicamente hablaremos de las puestas a tierra 1 y 2, ya que son las que hacen referencia al Centro de Transformación, las otras se tendrán en cuenta en apartados posteriores.

La 1 pondrá a tierra todos los elementos metálicos de la instalación de Alta Tensión que normalmente no están sometidos a ella. Incluso se conectará a esta red el mallazo de equipotencialidad prevista en el suelo del local destinado a Centro de Transformación. El mallazo será electro soldado con redondo de 4 mm, formando una retícula de 30×30 cm que se instalará en todo el Centro de Transformación, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

La 2 pondrá a tierra independiente cada uno de los neutros de transformadores que, al conectarlos al barraje del Cuadro General de Baja Tensión mediante los interruptores de B.T., quedarán unificados en una sola puesta a tierra cuyo valor no será superior a 2 ohmios (ITC-BT-08 apartado 2.e) con el fin de poder establecer un sistema TN-S.

## 5.2.- GRUPO ELECTROGENO

### 5.2.1.- Descripción General.

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. Así mismo, la legislación de los diferentes países pueden obligar a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de personas (Centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos...).

Una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico, generalmente son zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas. Otro caso sería en locales de pública concurrencia, hospitales, fábricas, etc., que a falta de energía eléctrica de red, necesiten de otra fuente de energía alterna para abastecerse.

En este proyecto será necesario instalar un grupo electrógeno debido a que como se dice en el ITC-BT-28, apartado 2.3: “Todos los locales de pública concurrencia deberán disponer de alumbrado de emergencia. Deberán disponer de suministro de socorro los locales de espectáculos y actividades recreativas cualesquiera que sea su ocupación y los locales de reunión, trabajo y usos sanitarios con una ocupación prevista de más de 300 personas”

“En aquellos locales singulares, tales como los establecimientos sanitarios, las fuentes propias de energía deberán poder suministrar, con independencia de los alumbrados especiales, la potencia necesaria para atender servicios urgentes indispensables cuando sean requeridos por la autoridad competente”.

En este caso el suministro normal y complementario es el siguiente:

SUMINISTRO NORMAL		SUMINISTRO COMPLEMENTARIO	
<b>Pot. Instalada</b>	572.74 kVA	<b>Pot. Instalada</b>	232,44 kVA
<b>Pot. Plena Carga</b>	369,32 kVA	<b>Pot. Plena Carga</b>	134,95 kVA
<b>Coef. Simultaneidad</b>	0.645	<b>Coef. Simultaneidad</b>	0,580

Tabla 5. Suministros de la Instalación Eléctrica.

Por tanto se ha previsto un Grupo Electrógeno de la marca ENERCO, modelo E-150S/V, de 152 KVA (122 kW.) en régimen continuo y 167 KVA (134 kW.) en régimen de emergencia; lo que supone un 41,25 % de cobertura con respecto al suministro normal de 400 kVA, que es superior al 25 % exigible como mínimo para un Suministro Complementario de Reserva.



Figura 7. Grupo Electrónico.

Las dimensiones del conjunto son 3500 x 1100 x 1400 mm (Largo x Ancho x Alto).

### 5.2.2.- Constitución de un Grupo Electrónico.

Un grupo electrónico consta de las siguientes partes:

- Motor. El motor representa nuestra fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Existe dos tipos de motores: Motores de gasolina y de gasoil (diesel).

En nuestro caso será un motor diesel, generalmente este tipo de motores son los más utilizados en los grupos Electrónicos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas. El motor Diesel que acciona el Grupo Electrónico ha sido seleccionado por su fiabilidad y por el hecho de que se ha diseñado específicamente para accionar Grupos Electrónicos. La potencia útil que se quiera suministrar nos la proporcionará el motor, así que, para una determinada potencia, habrá un determinado motor que cumpla las condiciones requeridas.

El motor diesel del grupo electrónico de este proyecto será uno de la marca VOLVO modelo TAD 720 GE. Las características principales del motor se resumen en la siguiente tabla:

DATOS TÉCNICOS	
Modelo del motor	TAD 720 GE
Número de cilindros	6 en línea
Potencia de Trabajo	153KW (209 CV.)
Velocidad	1500 r.p.m.
Ciclo de Trabajo	4 Tiempos
Consumo de combustible	A 100 % 197 gr./kWh
Refrigeración	Agua y radiador.

Tabla 6. Datos Técnicos del Motor Diesel.

- Regulación del motor. El regulador del motor es un dispositivo mecánico diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.
- Sistema eléctrico del motor. El sistema eléctrico del motor es de 12 VC, excepto aquellos motores los cuales son alimentados a 24 VCC, negativo a masa. El sistema incluye un motor de arranque eléctrico, unas baterías libres de mantenimiento (acumuladores de plomo), sin embargo, se puede instalar otros tipos de baterías si así se especifica, y los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. Normalmente, un motor dispone de un manocontacto de presión de aceite, un termocontacto de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.

Nuestro sistema eléctrico del motor se alimenta con baterías de plomo, la tensión de estas es de 12 voltios y en todos los casos el negativo se conecta a masa.

- Sistema de refrigeración. El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua/aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.

En este caso la refrigeración del grupo electrógeno se llevará a cabo mediante agua y radiadores.

- Alternador. Si se hace girar una espira, cuyos extremos estén unidos a dos anillos, bajo la acción de un campo magnético Norte-Sur, se genera una f.e.m. alterna; el valor de la frecuencia dependerá de la velocidad de giro para un

número determinado de polos. Dado que el uso de los Grupos Electrógenos es la corriente trifásica explicaremos su fundamento.

Si se montan tres bobinas, desfasadas 120 grados entre sí, y se les hace girar dentro de un campo magnético Norte-Sur, se crea una f.e.m. alterna en cada una de ellas desfasadas 120 grados, como indica el diagrama de corrientes trifásicas en función del tiempo. Los alternadores reales disponen, en el inducido, de bobinados de corriente alterna monofásicos o trifásicos, según se generen 1 ó 3 f.e.m.s. Cada bobinado, por ser abierto tiene un principio y un final; en los bobinados trifásicos los principios se designan con las letras U, V, W y los finales con X, Y, Z. En los monofásicos el principio es U y el final es X. Existen dos tipos fundamentales de conexión de un alternador:

- Conexión en estrella. Para conectar el bobinado en estrella se unen los finales XYZ de las tres fases formando un punto común que es el neutro, dejando libre los tres principios UVW. Con esta conexión se consigue 380 V entre dos fases y 220 V entre fase y neutro.
- Conexión en triángulo. En la conexión en triángulo se une el final de cada fase con el principio de la siguiente X con V, Y con W y Z con U. La diferencia de potencial que existe entre fase y fase es de 220 V.

De forma general y para potencias más o menos elevadas se utilizan alternadores autoexcitados sin escobillas que eliminan el mantenimiento relacionado con las escobillas y los anillos colectores. El sistema de control consta de un regulador automático del voltaje, circuitos de protección y los instrumentos necesarios para poder controlar la salida del Grupo Electrónico.

En este proyecto la energía eléctrica de salida se produce por medio de un alternador trifásico del fabricante MARELLI de 150 KVA. de potencia, el cual será autorregulado, autoexcitado, síncrono, con regulación electrónica sin escobillas, aislamiento clase H y grado de protección IP23 acoplado con precisión al motor, aunque también se pueden acoplar alternadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya a ser limitado y, en ninguna circunstancia, forzado a regímenes mayores.

- Depósito de combustible y bancada. El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia. La bancada incluye un depósito de combustible con una autonomía estándar de 10-12 horas a plena carga. El sistema de combustible por gasóleo es mediante depósito nodriza de 200 litros en bancada.
- Aislamiento de la vibración. El Grupo Electrónico está dotado de tacos antivibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.



- Silenciador y sistema de escape. El silenciador de escape va instalado en el Grupo Electrónico. El silenciador y el sistema de escape reducen la emisión de ruidos producidos por el motor.

Es un grupo electrónico silencioso residencial de gases de escape alojado en el interior de la carrocería, con cámara de resonancia y de absorción, 32-35 dB(A).

- Sistema de control. Se puede instalar uno de los diferentes tipos de paneles y sistemas de control para controlar el funcionamiento y salida del grupo y para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento. El manual del sistema de control proporciona información detallada del sistema que está instalado en el Grupo Electrónico.
- Interruptor automático de salida. Para proteger al alternador, se suministra un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del Grupo Electrónico con control manual. Para Grupos Electrónicos con control automático se protege el alternador mediante contactores adecuados para el modelo adecuado y régimen de salida.
- Carrocería insonorizada. El grupo electrónico de este proyecto tiene una carrocería modular, la cual permite una perfecta accesibilidad a los distintos componentes del equipo, es de chapa decapada laminada en frío, punzonada y plegada, 2 mm. de espesor, completa con puente de elevación exterior o interior.

El aislamiento termo-acústico consiste en lana de roca mineral de 40 mm., de máxima seguridad contra el fuego, con grado de seguridad "M – U", protegida mediante tela de fibra de vidrio color negro anti-absorbente impidiendo la adherencia de suciedad y facilitando su limpieza, cerraduras de alta fiabilidad pavonadas en negro con llave, bisagras electrocincadas pintadas en negro, tornillería de fijación y arandelas de acero inoxidable y pintura en polvo epoxídico, con acabado liso o granulado, tratamiento desengrasante y fosfatado previo con secado al horno.

- Otros accesorios instalables en un Grupo Electrónico. Además de lo mencionado anteriormente, existen otros dispositivos que nos ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo. Para la regulación automática de la velocidad del motor se emplean una tarjeta electrónica de control para la señal de entrada "pick-up" y salida del "actuador". El pick-up es un dispositivo magnético que se instala justo en el engranaje situado en el motor, y éste, a su vez, está acoplado al engranaje del motor de arranque. El pick-up detecta la velocidad del motor, produce una salida de voltaje debido al movimiento del engranaje que se mueve a través del campo magnético de la punta del pick-up, por lo tanto, debe haber una correcta distancia entre la punta del pick-up y el engranaje del motor. El actuador sirve para controlar la velocidad del motor en condiciones de carga. Cuando la carga es muy elevada la velocidad del motor aumenta para proporcionar la potencia

requerida y, cuando la carga es baja, la velocidad disminuye, es decir, el fundamento del actuador es controlar de forma automática el régimen de velocidad del motor sin aceleraciones bruscas, generando la potencia del motor de forma continua. Normalmente el actuador se acopla al dispositivo de entrada del fuel-oil del motor.

Cuando el grupo se encuentra en un lugar muy apartado del operario y funciona las 24 horas del día es necesario instalar un mecanismo para restablecer el combustible gastado. Consta de los siguientes elementos:

- De una Bomba de Trasiego. Es un motor eléctrico de 220 Vca en el que va acoplado una bomba que es la encargada de suministrar el combustible al depósito.
- Una boya indicadora de nivel máximo y nivel mínimo. Cuando detecta un nivel muy bajo de combustible en el depósito activa la bomba de trasiego.

Cuando las condiciones de frío en el ambiente son intensas se dispone de un dispositivo calefactor denominado Resistencia de Precaldeo que ayuda al arranque del motor. Los Grupos Electrógenos refrigerados por aire suelen emplear un radiador eléctrico, el cual se pone debajo del motor, de tal manera que mantiene el aceite a una cierta temperatura. En los motores refrigerados por agua la resistencia de precaldeo va acoplada al circuito de refrigeración, ésta resistencia se alimenta de 220 Vca. y calienta el agua de refrigeración para calentar el motor. Ésta resistencia dispone de un termostato ajustable; en él seleccionamos la temperatura adecuada para que el grupo arranque en breves segundos.

### **5.2.3.- Arranque de un Grupo Electrónico.**

El arranque de un grupo electrógeno se puede producir de forma manual, es decir, a nuestra voluntad, que es cuando queramos disponer de la electricidad generada por el Grupo electrógeno lo haremos arrancar de forma manual. Generalmente el accionamiento de arranque se suele realizar mediante una llave de contacto o pulsador de arranque de una centralita electrónica con todas las funciones de vigilancia. Cuando se produzca un calentamiento del motor, cuando falte combustible o cuando la presión de aceite del motor sea muy baja, la centralita lo detectará parando el motor automáticamente.

También existen centrales automáticas que funcionan tanto en modo manual o automático; estas centralitas o cuadros electrónicos detectan un fallo en la red de suministro eléctrico, obligando el arranque inmediato del Grupo Electrónico. Normalmente en los grupos automáticos se instalan cajas predisuestas que contienen básicamente un relé de paro y otro de arranque, además de tener instalados en el conector todos los sensores de alarma y reloj de los que disponga el Grupo Electrónico,

instalado aparte un cuadro automático en el que van instalados los accionamientos de cambio de red a Grupo Electrónico.

#### **5.2.4.- Mantenimiento de un Grupo Electrónico.**

El mantenimiento de grupo electrónico se basa principalmente en el mantenimiento del motor, el alternador y las baterías, el cual consiste en lo siguiente:

- Mantenimiento del motor. Aunque cada motor incluye un manual de operación para su correcto mantenimiento, destacaremos los aspectos principales para un buen mantenimiento del motor.
  - Controlar el nivel de aceite. El motor debe estar nivelado horizontalmente, se debe asegurar que el nivel está entre las marcas MIN y MAX de la varilla. Si el motor está caliente se habrá de esperar entre 3 y 5 minutos después de parar el motor.
  - Aceite y filtros de aceite. Respete siempre el intervalo de cambio de aceite recomendado y sustituya el filtro de aceite al mismo tiempo. En motores parados no quite el tapón inferior. Utilice una bomba de drenado de aceite para absorber el aceite.
  - Filtro del aire. Compruebe/sustituya. El filtro del aire debe sustituirse cuando el indicador del filtro así lo indique. El grado de suciedad del filtro del aire de admisión depende de la concentración del polvo en el aire y del tamaño elegido del filtro. Por lo tanto los intervalos de limpieza no se pueden generalizar, sino que es preciso definirlos para cada caso individual.
  - Correas de elementos auxiliares. Comprobación y ajuste. La inspección y ajuste deben realizarse después de haber funcionado el motor, cuando las correas están calientes. Afloje los tornillos antes de tensar las correas del alternador. Las correas deberán ceder 10 mm. entre las poleas. Las correas gastadas que funcionan por pares deben cambiarse al mismo tiempo. Las correas del ventilador tienen un tensor automático y no necesitan ajuste. Sin embargo, el estado de las correas debe ser comprobado.
  - Sistema de refrigeración. El sistema de refrigeración debe llenarse con un refrigerante que proteja el motor contra la corrosión interna y contra la congelación si el clima lo exige. Nunca utilice agua sola. Los aditivos anticorrosión se hacen menos eficaces con el tiempo. Por tanto, el refrigerante debe sustituirse. El sistema de refrigeración debe lavarse al sustituir el refrigerante. Consulte en el manual del motor el lavado del sistema de refrigeración.

- Filtro de combustible. Sustitución. Limpieza: no deben entrar suciedad o contaminantes al sistema de inyección de combustible. La sustitución del combustible debe llevarse a cabo con el motor frío para evitar el riesgo de incendio causado al derramarse combustible sobre superficies calientes. Quite los filtros. Lubrique la junta del filtro con un poco de aceite. Enrosque el filtro a mano hasta que la junta toque la superficie de contacto. Después apriete otra media vuelta, pero no más. Purgue el sistema de combustible. Deshágase del filtro antiguo de forma apropiada para su eliminación.
- Mantenimiento de alternador. Durante el mantenimiento rutinario, se recomienda la atención periódica al estado de los devanados (en especial cuando los generadores han estado inactivos durante un largo tiempo) y de los cojinetes. Para los generadores con escobillas se habrá de revisar el desgaste de las escobillas y la limpieza de los anillos rozantes. Cuando los generadores están provistos de filtros de aire, se requiere una inspección y mantenimiento periódico de los mismos.

Se puede determinar el estado de los devanados midiendo la resistencia de aislamiento a tierra, es decir, la resistencia óhmica que ofrece la carcasa de la máquina respecto a tierra. Esta resistencia se altera cuando hay humedad ó suciedad en los devanados, por lo tanto, la medición de aislamiento del generador nos indicará el estado actual del devanado. El aparato utilizado para medir aislamientos es el megóhmetro o Megger. La AVR (regulador automático del voltaje) debe estar desconectado en el caso de que el generador sea del tipo autoexcitado. Para que las medidas tengan su valor exacto la máquina debe estar parada. Es difícil asegurar cuánto es el valor de la resistencia de aislamiento de un generador, pero como norma a seguir se utiliza la fórmula:  $R \text{ (resistencia en MegaOhmios)} = \text{Tensión nominal en V.} / \text{Potencia nominal KW} + 1000$  siempre y cuando la máquina esté en caliente, es decir, en pleno funcionamiento.

Para medir la resistencia de aislamiento se conecta el polo positivo del megóhmetro a uno de los bornes del motor y el negativo a su masa metálica; hacemos mover la manivela del megóhmetro si la tuviera, ya que existen megóhmetros digitales, y se observará que la aguja se mueve hacia una posición de la escala hasta que se nota que resbala y en ese mismo momento se lee directamente la resistencia de aislamiento en la escala del aparato. Durante la medida, el generador debe separarse totalmente de la instalación, desconectándose de la misma. Si la resistencia de aislamiento resulta menor que la propia resistencia del devanado, sería imprescindible secarlos.

Se puede llevar a cabo el secado dirigiendo aire caliente procedente de un ventilador calentador o aparato similar a través de las rejillas de entrada y/o salida de aire del generador, aunque otro método rápido y eficaz sería el secado mediante un horno por calentamiento de resistencias. Alternativamente, se pueden cortocircuitar los devanados del estator principal, provocando un cortocircuito total trifásico en los bornes principales con el grupo electrógeno en

marcha. Con este método se consigue secar los bobinados en muy poco tiempo, aunque para ello debe consultar el método y la forma de realizarlo según el tipo de alternador en su correspondiente manual.

- Mantenimiento de las baterías. El mantenimiento de las baterías consta de lo siguiente:
  - Llenado. Se tendrá que añadir electrolito, previamente mezclado, el cual se suministra junto con el Grupo Electrógeno. Quitar los tapones y llenar cada celda con el electrolito hasta que el nivel del mismo esté a 8 mm por encima del borde de los separadores. Dejar reposar la batería durante 15 minutos. Comprobar y ajustar el nivel si fuese necesario. Transcurridos 30 minutos después de haber introducido el líquido electrolítico en la batería está se encuentra preparada para su puesta en funcionamiento.
  - Rellenado. El uso normal y la carga de baterías tendrá como efecto una evaporación del agua. Por lo tanto, tendrá que rellenar la batería de vez en cuando. Primero, limpiar la batería para evitar que entre suciedad y después quitar los tapones. Añadir agua destilada hasta que el nivel esté a 8 mm por encima de los separadores. Volver a colocar los separadores.
  - Comprobación de la carga. Para comprobar la carga de una batería se emplea un densímetro el cual comprueba la densidad del electrolito; esté deberá medir de 1,24 a 1,28 cuando está totalmente cargada; de 1,17 a 1,22 cuando está medianamente cargada, y de 1,12 a 1,14 cuando está descargada.

## 6.- SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (SAI).

### 6.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL.

Un SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida), también conocido por sus siglas en inglés UPS (Uninterruptible Power Supply: ‘suministro de energía ininterrumpible’) e incorrectamente generalizado como No break, es un dispositivo que gracias a sus baterías, puede proporcionar energía eléctrica tras un apagón a todos los dispositivos que tenga conectados. Otra de las funciones de los SAI es la de mejorar la calidad de la energía eléctrica que llega a los aparatos, filtrando subidas y bajadas de tensión y eliminando armónicos de la red en el caso de usar corriente alterna. Los SAI dan energía eléctrica a equipos llamados cargas críticas, como pueden ser aparatos médicos, industriales o informáticos que, como se ha dicho antes, requieren tener siempre alimentación y que ésta sea de calidad, debido a la necesidad de estar en todo momento operativos y sin fallos (picos o caídas de tensión).

### 6.2.- MOTIVOS DE USO DE UN S.A.I.

El papel del SAI es suministrar potencia eléctrica en ocasiones de fallo de suministro, en un intervalo de tiempo "corto" (si es un fallo en el suministro de la red, hasta que comiencen a funcionar los sistemas aislados de emergencia). Sin embargo, muchos sistemas de alimentación ininterrumpida son capaces de corregir otros fallos de suministro:

- Corte de energía: Son causados por fallos en la utilización de la compañía eléctrica, rayos en las líneas o sobrecargas de las mismas, además del factor de error humano. Esto produce daños en todos los circuitos de cualquier equipo electrónico o informático.
- Sobretensión: Normalmente producidas por cambios de cargas eléctricas y por interruptores de conexión de la compañía eléctrica. Esto produce graves daños en los circuitos electrónicos además de varios problemas de nuestra informática. Tiene lugar cuando la tensión supera el 110% del valor nominal.
- Caída de Tensión: cuando la tensión es inferior al 85-80% de la nominal.
- Picos de tensión: Son el resultado de cargas eléctricas producidas sobre la Red como el rayo, o encendido, paradas de equipos de alta potencia, esto nos produce destrozos en los circuitos electrónicos y corrupciones de datos dentro de nuestra informática.
- Distorsión armónica: Cuando la onda senoidal suministrada no tiene esa forma.

### 6.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS SAIS.

Los tipos de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida que hay son los siguientes:

- Sistema SAI Standby. Este sistema es el más utilizado para ordenadores personales. El interruptor de transferencia está configurado para utilizar la entrada de CA filtrada como fuente de alimentación principal y cambiar a la batería y al inversor como suministro de reserva si falla el suministro principal. Cuando esto sucede, el interruptor de transferencia debe activarse para transferir la carga al suministro de reserva de la batería y el inversor. El inversor solamente se activa si se interrumpe el suministro, de ahí el nombre “Standby” (de reserva). Las principales ventajas de este diseño son su gran eficacia, su reducido tamaño y su bajo coste. Con un filtro y un circuito de sobretensiones adecuados, estos sistemas también pueden ofrecer filtración de ruido y supresión de sobretensiones.

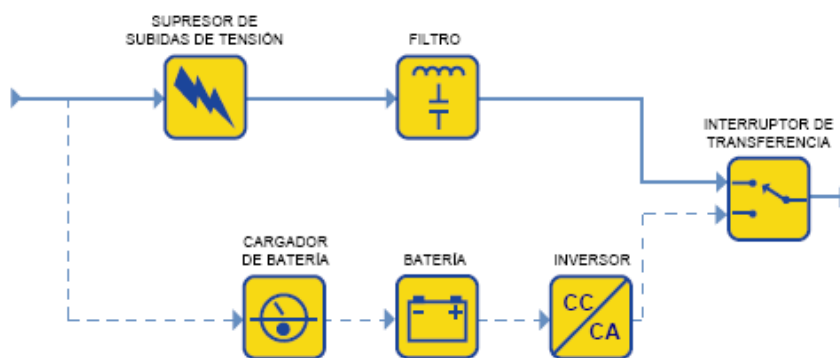


Figura 8. Sistema SAI Standby.

- Sistema SAI Interactivo. Este tipo de SAI es el más utilizado en empresas pequeñas, Internet y servidores departamentales. En este diseño, el convertidor (inversor) de corriente de batería a CA está siempre conectado a la salida del SAI. Activar el inversor al revés cuando la alimentación de CA de entrada es normal hace que se cargue la batería.

Cuando falla la alimentación de entrada, el interruptor de transferencia se abre y la alimentación va de la batería a la salida del SAI. Con el inversor encendido y conectado a la salida en todo momento, este diseño ofrece filtrado adicional y produce menos transitorios de tensión comparado con la topología de SAI Standby.

Además, el diseño Interactivo suele incorporar un transformador para conmutación de tomas. Este transformador añade regulación de tensión al ajustar las tomas del transformador a medida que cambia la tensión de entrada. La regulación de tensión es importante cuando la tensión es baja, ya que sin ella el SAI transferiría a batería y reduciría la carga. Este uso más frecuente de la



batería puede provocar un fallo prematuro de la misma. No obstante, el inversor también se puede diseñar de modo que, aunque falle, permita el flujo de alimentación de la entrada de CA a la salida, lo cual elimina el riesgo de puntos individuales de fallo y proporciona dos rutas de alimentación independientes. Su gran eficacia, reducido tamaño, bajo coste y gran fiabilidad, junto con su capacidad de corregir situaciones con tensión de línea baja o alta, hacen que sea el sistema SAI dominante en la gama de potencia de 0,5 - 5 kVA.

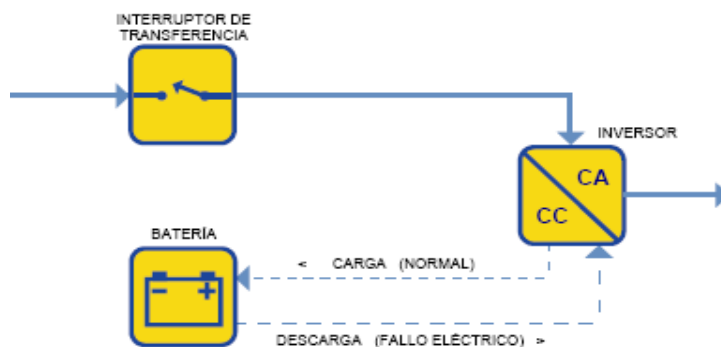


Figura 9. Sistema SAI Interactivo.

- Sistema SAI Standby-Ferro. Este sistema solía ser el dominante en la gama de 3-15 kVA. Este diseño depende de un transformador de saturación especial que tiene tres bobinados (conexiones de alimentación). La ruta de alimentación principal va desde la entrada de CA, pasa por un interruptor de transferencia, después por el transformador y finalmente llega a la salida. Si se produce un fallo de alimentación, el interruptor de transferencia se abre y el inversor toma la carga de salida.

En el diseño Standby-Ferro, el inversor está en modo de reserva (*standby*) y se activa cuando la alimentación de entrada falla y se abre el interruptor de transferencia. El transformador tiene una opción especial ferorresonante que ofrece regulación limitada de la tensión y corrección de la forma de onda de la salida. El aislamiento de los transitorios de alimentación de CA ofrecido por el transformador Ferro es tan bueno o mejor que cualquier filtro disponible. Aún así, el transformador Ferro crea una distorsión en la tensión y unos transitorios considerables, que pueden resultar peores que con mala conexión de CA. Aunque es un sistema SAI de reserva por diseño, el Standby-Ferro genera mucho calor porque el convertidor ferorresonante es inherentemente ineficaz. Además, estos transformadores son grandes comparados con los transformadores de aislamiento comunes, por lo que generalmente se trata de sistemas de gran peso y tamaño.

Los sistemas SAI Standby-Ferro generalmente se describen como unidades On-Line, aunque incorporan un interruptor de transferencia, el inversor funciona en modo de reserva y muestran una característica de transferencia



durante los fallos de alimentación de CA. La Figura 3 muestra esta topología Standby-Ferro.

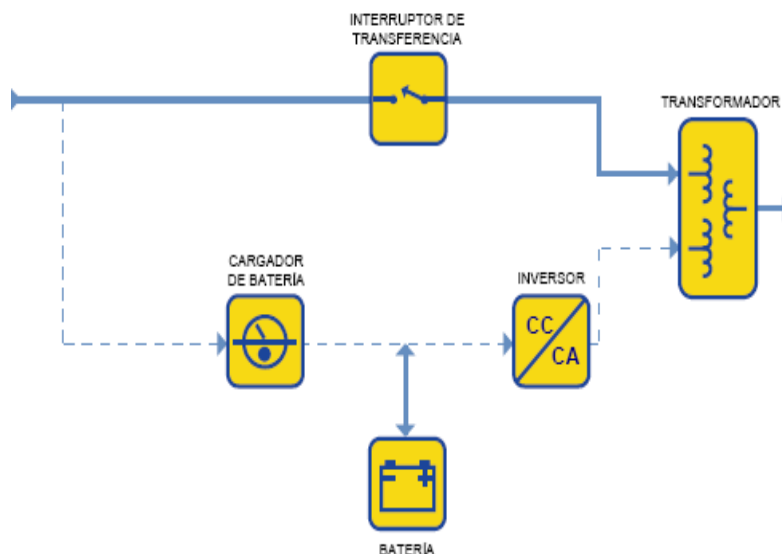


Figura 10. Sistema SAI Standby-Ferro.

Los puntos fuertes de este diseño son su gran fiabilidad y un excelente filtrado de línea. No obstante, el diseño es poco eficaz e inestable cuando se utiliza con algunos generadores y ordenadores con factor de potencia corregido más modernos, lo que hace que la popularidad de este diseño disminuya significativamente.

La razón principal de que los sistemas SAI Standby-Ferro no se utilicen habitualmente es que pueden ser muy inestables al funcionar con las cargas de alimentación de los ordenadores modernos. Todos los servidores y routers principales utilizan fuentes de alimentación con “factor de potencia corregido”, que sólo consumen corriente sinusoidal de la red eléctrica, de modo muy similar al de una bombilla incandescente. Este pequeño consumo de corriente se consigue por medio de condensadores, dispositivos que “guían” la tensión aplicada. El sistema SAI ferorresonante utiliza pesados transformadores centrales con una característica inductiva, lo que significa que la corriente “va por detrás” de la tensión. La combinación de estos dos componentes forma lo que se conoce como “circuito resonante paralelo”. En un circuito resonante paralelo, la resonancia puede provocar corrientes altas que pueden poner en peligro la carga conectada.

- Sistema SAI On-line de doble conversión. Se trata del sistema SAI más utilizado en gamas superiores a 10 kVA. El esquema de este tipo de SAI es el mismo que el del sistema Standby, excepto que la ruta de alimentación principal es el inversor en lugar de la alimentación de CA.

En el diseño On-line de doble conversión, un fallo en la entrada de CA no provoca la activación del interruptor de transferencia, ya que la CA de entrada carga la fuente de baterías de reserva, que proporciona alimentación al inversor de salida. Por lo tanto, durante un fallo de la alimentación de CA de entrada, la operación on-line no provoca tiempos de transferencia.

En este diseño, tanto el cargador de la batería como el inversor convierten el flujo de alimentación de la carga completa, lo cual reduce la eficacia y aumenta el calor generado.

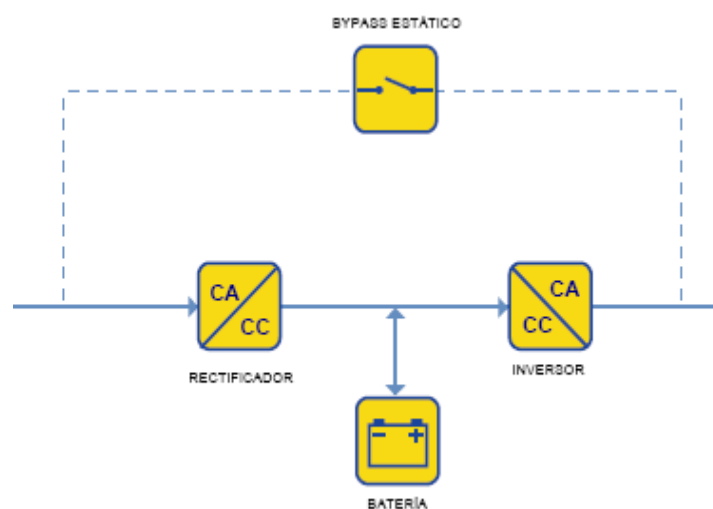


Figura 11. Sistema SAI On-line de doble conversión.

Este sistema SAI ofrece un rendimiento de salida eléctrica casi perfecto. Su problema es que el constante desgaste de los componentes eléctricos reduce la fiabilidad respecto a otros diseños, y la energía consumida por la ineficacia de la alimentación eléctrica es una parte significativa del coste del SAI a lo largo de su vida útil. Además, la alimentación de entrada consumida por el enorme cargador de la batería es a menudo no lineal y puede interferir con el cableado de alimentación del edificio o provocar problemas con los generadores de reserva.

- Sistema SAI On-line de conversión Delta. El diseño de este sistema SAI se basa en una tecnología de tan sólo 10 años introducida para eliminar los inconvenientes del diseño On-line de doble conversión y está disponible en tamaños que van desde 5 kVA hasta 1,6 MW. Similar al diseño On-line de doble conversión, en el sistema SAI On-line de conversión Delta el inversor siempre suministra la tensión de la carga. No obstante, el convertidor Delta adicional también proporciona alimentación a la salida del inversor. En caso de producirse fallos o alteraciones en la CA, este diseño muestra un comportamiento idéntico al del sistema On-line de doble conversión.

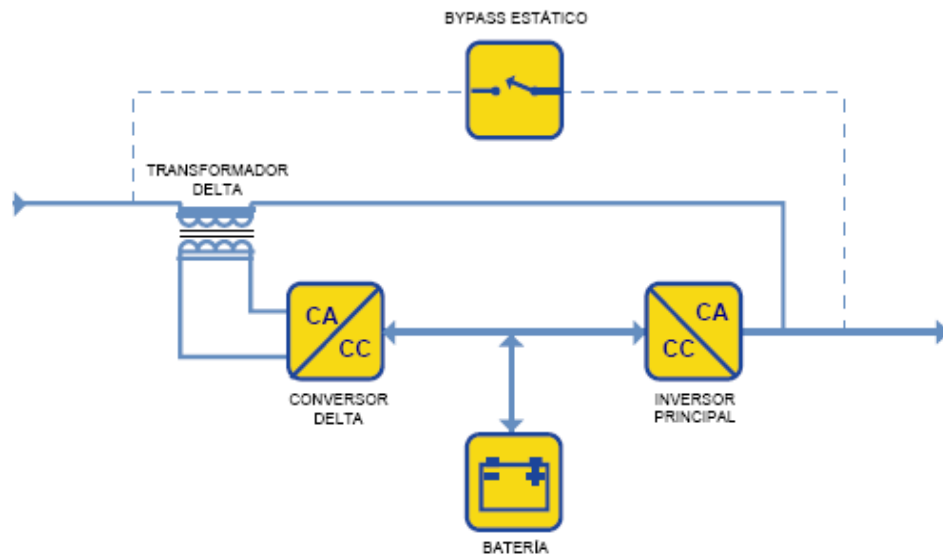


Figura 12. Sistema SAI On-line de conversión Delta.

En el diseño On-line de conversión Delta, el convertidor Delta actúa con una doble función. La primera es controlar las características de la alimentación de entrada. Su extremo frontal activo consume alimentación de modo sinusoidal, minimizando así los armónicos reflejados en la red eléctrica. Esto garantiza una compatibilidad óptima entre la red eléctrica y el generador, lo cual reduce el calor y el desgaste del sistema en el sistema de distribución eléctrica. La segunda función del convertidor Delta es controlar la corriente de entrada para regular la carga del sistema de la batería.

El sistema SAI on-line de conversión Delta ofrece las mismas características de salida que el diseño On-line de doble conversión. No obstante, las características de entrada son a menudo distintas. Los diseños Online de conversión Delta ofrecen una entrada controlada dinámicamente y con factor de potencia corregido, pero sin el uso ineficaz de bancos de filtros asociado a las soluciones tradicionales. El beneficio más importante es una reducción significativa de las pérdidas de energía. El control de la alimentación de entrada también hace que el sistema SAI sea compatible con todo tipo de generadores y reduce la necesidad de cableado y de sobredimensionamiento del generador. La tecnología On-line de conversión Delta es la única tecnología SAI actual protegida mediante patente y, por lo tanto, es probable que no esté disponible en numerosos proveedores de sistemas SAI.

En situaciones de estado estable, el convertidor Delta permite al sistema SAI proporcionar alimentación a la carga con mucha más eficacia que el diseño de doble conversión.

En este proyecto los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida usados serán los siguientes:

- 1 equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI) de tecnología *ON LINE DOBLE CONVERSIÓN*, con entrada y salida monofásica de 230 V y una frecuencia de 50 Hz, modular, de dimensiones aproximadas de 175x 482x 520 mm, de 1,5 kW. de potencia activa en salida y una autonomía de 0,5 kWh, integrable en rack 19" de Repartidor de Voz-Datos, ENERDATA o equivalente, con by-pass automático por avería y by-pass manual interno para mantenimiento, distorsión armónica igual o inferior al 8 % en corriente y al 5 % en tensión (THD en RMS) en cuanto a la exportación a la red de alimentación y al 5 % en corriente y tensión en la red suministrada, filtro activo antiarmónicos adicional; incluso con panel con display LCD de información técnica del SAI; completo de accesorios de unión, fijación y montaje; instalado y funcionando.

La funcionalidad del equipo de alimentación ininterrumpida correspondiente al ON LINE DOBLE CONVERSION se resume en lo siguiente: cuando el SAI hace uso de esta tecnología se caracteriza, principalmente, por tener una calidad constante de la alimentación con cualquier perturbación u oscilación. Un SAI On-Line no facilita constantemente la energía de las baterías sino que la corriente es regenerada por la transformación de la corriente alterna a continua y viceversa. Con ello se permite aislar la carga de cualquier oscilación en la corriente de entrada. La utilización más estandarizada es la protección de servidores de Internet/Intranet, protección de sistemas de telecomunicaciones e industriales.

Este SAI se instalará en nuestra instalación eléctrica a la salida del cuadro secundario denominado CS-(-1).INF, el cual asegura la alimentación en caso de fallo de la red eléctrica a los siguientes usos:

- Tomas de usos informáticos en cuadro CS-(-1).1 de 7500 VA.
- Tomas de usos informáticos en cuadro CS-(-1).2 de 1500 VA.
- Tomas de usos informáticos en cuadro CS-0.1 de 900 VA.
- Tomas de usos informáticos en cuadro CS-1.1 de 900 VA.
- 56 equipos de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI), ENERDATA o equivalente, tecnología *LINE-INTERACTIVO/VI*, tensión de entrada y salida monofásica 230 Vca, de 700 W de potencia activa en salida.

La tecnología de este tipo de SAIs es del tipo Line Interactive, el funcionamiento de estos dispositivos es exactamente igual que un Off-Line. La diferencia es que el SAI está totalmente controlado por medio de un microprocesador que estudia y analiza la calidad de la red eléctrica y detecta las variaciones de la misma sin necesidad de bascular a baterías en casos no

necesarios. Por medio de esta tecnología se previene el desgaste anticipado de las baterías.

Los puntos donde se ubican en la instalación son en los Puestos de Acceso a la Red (PARs) soportados permanentemente para el uso de PCs, se han previsto equipos de Suministro con Alimentación Ininterrumpida (SAIs) del tipo “salvatareas”, localizados junto a dichos PARs. Su potencia permite conectarle dos PCs simultáneamente y su autonomía es de 20 minutos con esta carga.

## 7.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

En la instrucción ITC-BT-19 se establece que para instalaciones industriales alimentadas directamente en alta tensión a través de un transformador de distribución propio se considerará que la instalación interior de baja tensión tiene su origen en las bornas de B.T. del transformador, y para el esquema propuesto en el presente proyecto, en la salida del grupo electrógeno. Teniendo como objeto la alimentación eléctrica de las instalaciones diseñadas bajo las siguientes premisas:

- Todas las líneas han sido calculadas para transportar sin sobrecalentamientos la potencia instalada reflejada en planos de esquemas, excepto para el transformador de potencia y el grupo electrógeno, que lo han sido para la nominal de cada uno de ellos.
- La elección de los interruptores automáticos que sirven de protección a las líneas, ha sido realizada bajo los siguientes criterios de proyecto:
  - Serán selectivos en su disparo frente a cortocircuitos con respecto a los situados en otros escalones aguas arriba o aguas abajo de los mismos.
  - Soportarán en su apertura la corriente de cortocircuito máximo obtenida por el cálculo en el punto de la instalación donde van ubicados; bien porque su poder de corte sea superior, bien porque alguno de los interruptores situados aguas arriba del mismo le proporcione un poder de corte reforzado que lo garantice, manteniéndose la selectividad entre ellos.
  - Sus relés térmicos se ajustarán para dejar pasar la intensidad demandada por la potencia instalada y garantizar que el conductor al que protege no se vea sometido a un paso de corriente superior al admitido según el R.E.B.T.
- El conjunto conductor de línea e interruptor automático que lo protege, se ha proyectado para soportar la licitación térmica debido a un cortocircuito en el extremo más alejado del cable; todo ello garantizado por cálculo.

### Topología de la Instalación de B.T.

En cuanto a la topología de la instalación, se han tenido en cuenta las características arquitectónicas del edificio y la ubicación del Centro de Transformación, situado en edificio independiente, y del Grupo Electrónico, situado en cubierta en instalación intemperie. Desde ambos, parten las líneas eléctricas hasta el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP), situado en Planta Sótano del edificio principal. En este punto de la instalación es donde se realizan las conmutaciones entre las líneas de suministro normal procedente de los transformadores y del suministro complementario procedente del grupo electrógeno.

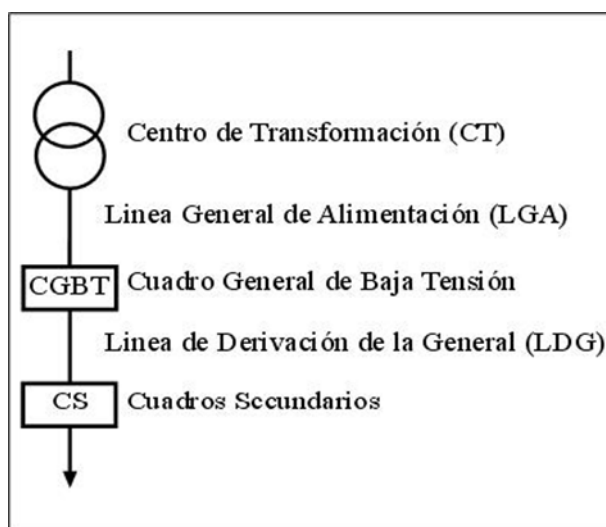


Figura 13. Instalación de Baja Tensión

Para la alimentación desde el Cuadro General de Baja Tensión de todos los Cuadros Secundarios (CSs) y Tomas Eléctricas (TEs), se ha previsto una Montante Eléctrica situada sobre el local del Cuadro General de Baja Tensión, por cuyo patinillo ascenderá la bandeja soporte de las líneas alimentadoras.

La denominación de los Cuadros Secundarios (CSs) se ha realizado mediante dos dígitos: el primero corresponde al del nivel de la planta donde va ubicado, y el segundo al ordinal que le corresponde dentro del conjunto de la planta. Todos estos cuadros disponen de puertas abisagradas con cerradura por llave.

Referente a las distribuciones en las plantas alimentadas desde los Cuadros Secundarios (CSs), ya se ha indicado anteriormente como han quedado señalizadas, ramificadas y desarrolladas en los planos de las plantas y los esquemas de los Cuadros Secundarios (CSs).

A partir de los CSs las líneas destinadas al alumbrado, las destinadas a fuerza de tomas de corriente de usos varios, y las destinadas a fuerza de tomas de corriente de usos informáticos, disponen de protecciones magnetotérmicas y contra contactos indirectos independientes. Las líneas para alumbrado han quedado señalizadas cada una de ellas por un número encerrado en un círculo, para las de fuerza de tomas de corriente de usos varios con un número encerrado en un cuadrado, y para las tomas de corriente de usos informáticos mediante un número encerrado en un rombo. Estas identificaciones de las líneas en los esquemas de los cuadros CSs se corresponden con las indicadas para puntos de luz y tomas de corriente representadas en planos de planta de la instalación eléctrica. Asimismo han quedado identificados mediante una misma letra minúscula el interruptor manual de accionamiento local, y el punto o puntos de luz que este enciende y apaga.

Para los Servicios de Seguridad se ha previsto como fuente principal propia de energía, un Grupo Electrónico (GE) en régimen de Emergencia con entrada,

conmutaciones y parada automáticas por fallo o vuelta del Suministro Eléctrico Normal de Compañía, complementada mediante aparatos autónomos de emergencia destinados a alumbrados de Evacuación y Anti-pánico cuya autonomía es de una hora. Todos los cables desde el CGBT hasta los CSs o TEs que alimentan a estos Servicios de Seguridad se han proyectado del tipo Resistente al Fuego, designación RZ1-0,6/1 kV (AS+), fabricados según Normas UNE-50.200 y UNE-21.123.

#### Servicios de Seguridad:

De conformidad con la ITC-BT-28 apartados 2 y 3 del R.E.B.T., para locales de pública concurrencia, se han previsto los siguientes:

- Alumbrados de Evacuación y Anti-pánico.
- Ascensores de Emergencia.
- Grupos de Presión (Servicio e Incendios).

Las características principales de cada uno de estos elementos constituyentes de la red de distribución en Baja Tensión se describen en los apartados siguientes:

### **7.1.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).**

Estas líneas son las que enlazan las bornas de B.T. del transformador del CT con el interruptor automático de protección del mismo situado en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), así como las procedentes del Grupo Electrónico que proporcionan alimentación al Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) para el Suministro Complementario de Reserva.

Las secciones obtenidas para los cables son capaces de soportar sin sobrecalentamiento la corriente nominal del transformador y del grupo electrónico en régimen de emergencia, así como la corriente de cortocircuito sin superar los 250 °C en el tiempo de corte del interruptor automático que las protege. Estas líneas se formarán con cables unipolares agrupados en ternas canalizados en tubo de PVC flexible reforzado enterrado en su recorrido desde el edificio del Centro de Transformación hasta el edificio principal y desde allí canalizados sobre bandejas metálicas ventiladas hasta el CGBT, cumpliendo en todo con lo que se expone a continuación para las Líneas de Derivación de ésta.

La realización de la LGA se ha previsto en cable libre de halógenos, del fabricante Prysmian, modelo AFUMEX 1000V (AS), con sección 1x185 mm<sup>2</sup>, el cable es de cobre electrolítico recocido, con aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, con cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos. Con la siguiente designación: RZ1-0,6/1 kV (AS) (según



el ITC-BT-28). Este cable es el que enlaza las bornas de BT del transformador y el CGBT.

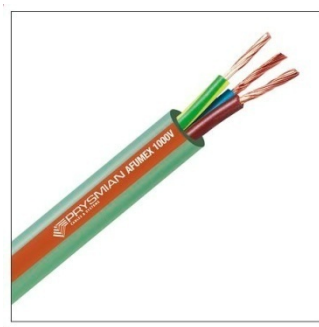


Figura 14. Cable del fabricante Prysmian, modelo Afumex 1000V (AS).

En el caso de la línea procedente del Grupo Electrógeno al CGBT se ha instalado un cable resistente al fuego (AS+), del fabricante Prysmian, modelo AFUMEX FIRS 1000V (AS+), con una sección de 1x120 mm<sup>2</sup>, el cable es de cobre electrolítico recocido, aislamiento de compuesto especial de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama ni incendio, libre de halógenos, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos. Con la siguiente designación: RZ1-0,6/1 kV (AS+) (según el ITC-BT-28).

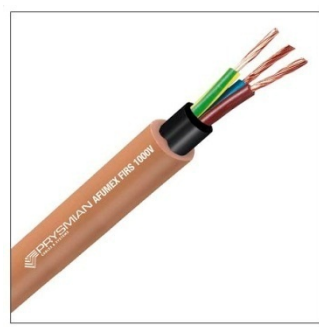


Figura 15. Cable del fabricante Prysmian, modelo Afumex Firs 1000V (AS+).

## 7.2.- CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT).

Está situado en Planta Sótano del edificio principal del Centro de Salud, en un local de uso exclusivo con cerramientos RF-120, y su puerta de acceso abriendo hacia fuera.

Su destino es la protección de las líneas de llegada (transformador y grupo electrógeno) así como las de salidas para líneas de acometida a Cuadros Secundarios (CSs) y Tomas Eléctricas.

Se ha diseñado para disponer de un poder de corte en ellas superior a 16 kA para todas las entradas y salidas. Este poder de corte a la tensión nominal de 420 V en bornas

de transformador en vacío. Por ello los interruptores automáticos elegidos son entre 16 y 36 kA de poder de corte último, y del 100 % en cuanto al poder de corte de servicio hasta intensidades nominales entre 160 y 630 A.

En la construcción de este cuadro se tendrán en cuenta todas las especificaciones del Pliego de Condiciones, debiendo ser entregado con certificado del fabricante que garantice el cumplimiento de sus características eléctricas y resistencia en cuanto a los esfuerzos mecánicos ocasionados por un cortocircuito en barras.

El cuadro, ensamblados sus paneles, irá apoyado en el suelo sobre una bancada de obra civil de 15 cm de altura comunicada a un falso suelo por donde entrarán y saldrán del CGBT todas las líneas.



Figura 16. Cuadro General de Baja Tensión, Fabricante ABB modelo ArTu K.

En nuestro proyecto el Cuadro General de Baja Tensión será un armario metálico ABB, modelo ArTu K, con unas dimensiones de 2231x748x362 mm, 3200 A y 105 kA, construido con lámina cincada en caliente, provisto de doble puerta frontal (la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos), un índice de protección IP65, zócalo, toma de tierra estándar, incluso elementos de fijación y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente terminado.

### **7.3.- LÍNEA DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG).**

Las Líneas de Derivación de la General (LDG) enlazarán el cuadro CGBT con los CSs, o con las Tomas Eléctricas (TEs). Sus secciones corresponden con las indicadas en el esquema del cuadro CGBT y demás cuadros.

Su realización se ha previsto en cable libre de halógenos, del fabricante Prysmian, modelo AFUMEX 1000V (AS), el cable es de cobre electrolítico recocido, con aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, con cubierta de mezcla especial termoplástica, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos. Con la siguiente designación: RZ1-0,6/1 kV (AS). Cuando estas líneas están destinadas a alimentar Servicios de Seguridad, el cable previsto es del tipo resistente al fuego, del fabricante Prysmian, modelo AFUMEX FIRS 1000V (AS+) (según el ITC-BT-28, apartado 4.f).

Las secciones obtenidas para los cables son capaces de soportar sin sobrecalentamiento la potencia instalada, la potencia de cortocircuito sin superar los 250°C en el tiempo de corte del interruptor automático que las protege, y no originar caídas de tensión superiores al 3 %, todo ello partiendo de transformadores con una f.e.m. de 3x242/420 V.

La instalación y cálculos para los cables que constituyen estas líneas han sido realizados para cables al aire sobre bandeja ventilada, clasificados por ternas con el neutro al centro y separadas las ternas entre sí dos veces el diámetro del cable unipolar que lo forma. Las bandejas sólo llevarán una capa de cables y éstos irán atados a la bandeja (abrazados por ternas) con bridas de poliamida.

Para la conexión de los cables a las bornas de interruptores, se utilizarán terminales adecuados a sus secciones, que se unirán a los mismos por presión mediante útil hexagonal que garantice una perfecta conexión sin reducción aparente de la sección. La cabeza del terminal se encintará con el color normalizado asignado a cada fase para toda la instalación.

En el interior de los cuadros, estos cables se fijarán al bastidor de los mismos a fin de liberar a las conexiones de tensiones mecánicas.

Tanto en uno como en otro cuadro entre los que sirven de enlace, así como en todos los accesos registrables en su recorrido, los circuitos quedarán identificados mediante etiquetas donde vendrá indicado su destino, cuadro de procedencia, interruptor que le protege y características propias del cable.

#### **7.4.- CUADROS SECUNDARIOS DE PROTECCIÓN DE ZONAS (CS).**

En ellos se alojan todos los dispositivos de protección contra sobrecalentamientos, cortocircuitos y corrientes de defecto de los circuitos de distribución para puntos de luz y tomas de corriente.

En este caso las envolventes proyectadas serán al igual que las del Cuadro General de Baja Tensión del fabricante ABB, modelo ArTu M, con unas dimensiones de 1796x724x250 mm, 630 A, 35 kA, construido con lámina cincada en caliente, provisto de doble puerta frontal (la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad, la segunda troquelada para paso de mandos

manuales de interruptores y fijada por tornillos), con un índice de protección de IP65, zócalo, toma de tierra estándar, incluso elementos de fijación y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente terminado.



Figura 17. Cuadro Secundario, Fabricante ABB modelo ArTu M.

Por lo general, a cada cuadro secundario llega una única LDG que atiende los servicios de alumbrado y fuerza. Disponen, con carácter general, de un interruptor general omnipolar de corte en carga (alumbrado y fuerza), tres interruptores automáticos parciales generales para alumbrado, uno o dos interruptores automáticos parciales generales para fuerza tomas de corriente de usos varios y otro más exclusivo para usos informáticos. Las protecciones contra corrientes de defecto se han realizado mediante dispositivos de Disparo Diferencial por corriente Residual (DDR), siendo de 30 mA para alumbrado y tomas de corriente de usos varios, y de 300 mA para tomas de corriente de usos informáticos.

Los circuitos de distribución para alumbrado se han protegido individualmente con interruptores automáticos de  $2 \times 10$  A provistos de relés térmicos y magnéticos; los de tomas de corriente normales con interruptores automáticos semejantes de  $2 \times 16$  A, y las superiores a 16 A con automáticos independientes para uso exclusivo, dimensionados a la intensidad propia de la toma.

Todos estos interruptores automáticos son para un poder de corte igual o superior a 6-10 kA y disponen de un relé para el conductor neutro.

Deben ser cableados con conductor flexible 0,6/1kV libre de halógenos, disponiendo de bornas de salida para la conexión de los circuitos de distribución con el cuadro. Todas las conexiones en los cuadros se han previsto con terminales a presión.

La elección de interruptores automáticos se ha realizado teniendo en cuenta criterios de selectividad en el disparo frente a cortocircuitos con respecto a escalones superiores de protección.

Las intensidades nominales de los interruptores automáticos en ningún caso superan la máxima corriente admisible por el conductor de mínima sección por ellos protegidos.

Todas las salidas (de los interruptores automáticos) quedarán identificadas en el cuadro con la zona y locales a los que alimenta.

Los cuadros de Protección para Ascensores no son objeto de este capítulo de Electricidad, estando incluidos en el capítulo correspondiente a esta instalación del proyecto general.

## **7.5.- CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES EMPLEADOS.**

El cable usado en este proyecto es el RZ1-0,6/1 kV, el cual es un cable de energía para una tensión eficaz (U) de 1kV para utilización en instalaciones fijas, es un conductor mono y multipolar, retardante a la llama, libre de halógeno y baja emisión de humos visibles, son cables de poder y control con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto termoplástico libre de halógenos. Su campo de aplicación pertenece al transporte y distribución de energía en instalaciones fijas protegidas o no y especialmente adecuados en locales donde se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio, como locales de pública concurrencia.

En los edificios de pública concurrencia, como es el caso de este proyecto, se deben distinguir dos circuitos diferentes debidos a su función, los cuales son el de servicios generales y el de servicio de seguridad. Según sea un circuito o el otro, el tipo de cable usado será una de los dos siguientes:

- RZ1-0,6/1 kV (AS). Este tipo de cable se usa en el circuito de servicios generales y las características son las siguientes: es un cable de alta seguridad, en caso de incendio no emite sustancias tóxicas ni gases corrosivos, por lo que protege la salud pública y evita posibles daños a los equipos electrónicos. Los gases y ácidos emitidos por la combustión de un cable conteniendo halógenos son altamente tóxicos para las personas expuestas a estos gases, con un posible resultado de muerte debido al envenenamiento. El cable RZ1-K (AS) no emite ninguna de estas sustancias, con lo que mejora la seguridad general de la instalación.
- RZ1-0,6/1 kV (AS+). Este tipo de cable se usa en el circuito de servicios de seguridad, este tipo de cables AS+ pueden soportar temperaturas superiores a 830°C durante más de 90 minutos ininterrumpidos de servicio, alimentando los receptores del servicio de seguridad, mientras los cables y circuitos convencionales están desconectados y por tanto fuera de servicio activo. Los aislamientos y cubiertas que constituyen este cable a pesar que pueden quedar los aislamientos destruidos por el fuego, no emiten gases halogenados de muy baja corrosividad y ausencia de humos opacos.

## **7.6.- DISTRIBUCIONES EN PLANTAS.**

Comprende la realización, a partir de las bornas de salida de los Cuadros Secundarios (CSs), de los puntos de luz, de las tomas de corriente para usos varios, de las tomas de corriente para usos informáticos y todo ello según los detalles reflejados en planos de planta y esquemas de cuadros. Las distribuciones para máquinas de Climatización, climatizadores, extractores, fan-coils o inductores se contemplan en el capítulo de Climatización del proyecto.

Los circuitos y elementos de protección para esta instalación son los reflejados en los esquemas de cuadros, donde han quedado indicadas las secciones, el tipo de protección y la potencia máxima prevista de consumo. La caída de tensión máxima prevista es igual o inferior al 1,5% para el alumbrado y 3% para fuerza, con respecto a la tensión en bornas de B.T. del transformador a plena carga.

Se han proyectado circuitos independientes con protección contra contactos indirectos para tomas de corriente de usos informáticos, separadas del resto de las instalaciones de distribución, con el fin de aislar los disparos ocasionales de las protecciones que, por causas ajenas a la instalación de informática, dieran lugar a la falta de suministro y pérdidas de trabajos. Estas tomas de corriente se distinguirán del resto por su color diferente y tipo de mecanismo. En general se ha previsto por puesto de trabajo una caja de empotrar con capacidad para seis elementos, de los cuales cuatro se destinan a tomas de corriente (dos de usos varios más otras dos de usos informáticos) quedando dos libres para el cableado estructurado de voz-datos.

La realización de los circuitos será por lo general en tubo de PVC flexible reforzado para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos. Cuando la instalación deba ser vista, se realizará con tubo de PVC rígido para curvar en caliente. Para la fijación del tubo de PVC flexible reforzado se utilizarán tacos especiales y bridas de cremallera. Para el tubo de PVC rígido se utilizará en todos los casos abrazadera metálica adecuada al diámetro del tubo.

Los conductores previstos para esta instalación son de cobre aislamiento V-750, autoextinguible, bajo en la emisión de humos y cero halógenos, designación ES07Z1-U y ES07Z1-R. Los cables serán de hilo rígido y en caso de utilizarse cable ES07Z1-K, sus conexiones se realizarán en todos los casos con terminales de presión.

El tamaño de las cajas de registro será adecuado al número y diámetro de los tubos a alojar, debiendo utilizar cajas estancas en canalizaciones vistas.

Los mecanismos a instalar serán como mínimo de 10 A en interruptores y de 16 A para tomas de corriente.

Las tomas eléctricas no previstas con mecanismo, se dejarán en una caja de registro provista de bornas de conexión.

Los colores de los conductores corresponderán con el código establecido en el REBT (según el ITC-BT-19, apartado 2.2.4). Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores Marrón (para la fase “L1”), Gris (para la fase “L2”) y Negro (para la fase “L3”). Cuando por el tipo de conductor a utilizar (cables manguera) no se pueda guardar rigurosamente este código y norma, las puntas de los cables deberán ser señalizadas con el color aquí establecido.

Todos los cuadros de protección para zonas en plantas, además de los sistemas de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos definidos anteriormente, disponen de interruptores automáticos asociados a Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDRs) para la protección contra contactos indirectos por fuga de corriente a tierra. La sensibilidad es de 30 mA para alumbrado y fuerza usos varios, y de 300 mA para fuerza usos informáticos.

Tanto la distribución como el equipamiento de los CSs proyectados, permiten la instalación de luminarias fluorescentes, sean estas con balasto magnético o con balasto electrónico.

En salas técnicas, como son centro de transformación, cuadro general de baja tensión, sala de calderas, grupos de presión, etc., la instalación prevista es del tipo “vista”, realizada mediante tubo PVC rígido curvable en caliente, cajas de superficie en el mismo material, conductores V-750 designación ES07Z1-U y ES07Z1-R, siendo los mecanismos también para montaje en superficie y protegidos mediante tapa. La fijación de tubos es mediante abrazadera, taco y tornillo o clavo, cumpliendo con la ITC-BT-21.

Para las mesas de laboratorio se ha previsto la dotación de dos tomas eléctricas en caja con bornas para fuerza usos varios y fuerza usos varios informáticos. A estas tomas eléctricas en cajas con bornas se conectarán los terminales con que están equipadas las mesas.

Para los Negatoscopios se han previsto tomas de corriente; su instalación se hará a 160 cm del suelo. Por lo general las tomas de corriente se han situado a 20 cm del suelo, excepto cuando haya repisas o muebles instalados, que estarán a 120 cm. Mientras que los interruptores de accionamiento local para el alumbrado se han previsto a 100 cm del suelo.

Para la lámpara de techo con que deben equiparse cada mesa de autopsias, se ha previsto una alimentación eléctrica mediante toma de corriente en caja con bornas. La alimentación de aparatos autónomos de emergencia se ha previsto desde los mismos circuitos de distribución que lo hacen para el alumbrado normal de cada local en donde se sitúen los aparatos autónomos de emergencia, de tal forma que se cumplen las siguientes condiciones:



- La falta de suministro eléctrico en el alumbrado normal debido a cortes de los dispositivos de protección en locales con alumbrado de emergencia deberán dar como consecuencia la entrada automática de éste en un tiempo igual o inferior a 0,5 segundos.
- Cuando los locales, siendo de pública concurrencia, tengan el alumbrado normal repartido entre tres o más circuitos de distribución, los aparatos autónomos de emergencia instalados también han de repartirse entre ellos.

Esta forma de instalación descrita para los aparatos autónomos de emergencia, exige la incorporación de un dispositivo que impida la descarga de los acumuladores de los aparatos autónomos cuando por razones de funcionalidad hay que producir cortes generales periódicamente para el alumbrado en los CSs. Por ello se ha previsto un Telemando para la puesta en reposo y realimentación de los acumuladores de los aparatos autónomos controlados desde éstos.

La conexión de todos los aparatos autónomos a la red de 230 V está prevista mediante conectores de cuatro contactos irreversibles ocultos en el falso techo pero accesibles a través del hueco que deja el aparato al ser desmontado; todo ello con el fin de facilitar el mantenimiento de esta instalación.

Todos estos mecanismos, cuando los aparatos de emergencia sean empotrados, quedarán ocultos por encima de los falsos techos, permitiendo ser desconectados a través del hueco que deja el aparato una vez desconectado. El circuito para el telemando se ha previsto en canalización independiente del resto de las instalaciones.

## 7.7.- ALUMBRADO DE INTERIORES.

Para la iluminación de interiores se han de tener en cuenta varios factores como: los sistemas de alumbrado, los tipos de lámparas, tipos de luminarias, etc.

Los sistemas de alumbrado que se emplean en hospitales y centros de asistencia primaria son los siguientes:

- Alumbrado general. Se denomina así al alumbrado de un espacio en el que no se tiene en cuenta las necesidades particulares de ciertos puntos determinados.
- Alumbrado localizado. Es el utilizado para una tarea específica, adicional al alumbrado general y controlado independientemente.
- Alumbrado directo. Es el obtenido por medio de luminarias con una distribución fotométrica tal que, al menos el 90 % del flujo luminoso emitido alcanza directamente el plano de trabajo, suponiendo dicho plano ilimitado.
- Alumbrado indirecto. Es el obtenido por medio de luminarias con una distribución fotométrica tal que, como máximo el 10 % del flujo luminoso



emitido alcanza directamente el plano de trabajo, suponiendo dicho plano ilimitado.

Los tipos de lámparas recomendados para la iluminación de hospitales y centros de asistencia primaria son los siguientes:

- Fluorescentes tubulares lineales (T8 y T5 de 26 mm. y 16 mm. de diámetro respectivamente).

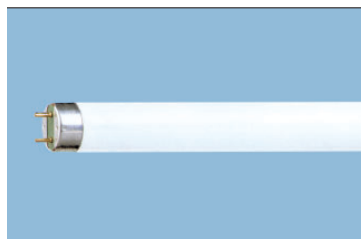


Figura 18. Fluorescentes tubulares lineales.

- Fluorescentes compactas (TC), compactas de tubo largo (TC-L) y con equipo incorporado (denominadas lámparas de bajo consumo).



Figura 19. Fluorescente Compacto.

- Lámparas incandescentes halógenas.
- Lámparas de inducción electromagnética.
- Lámparas de descarga de halogenuros metálicos (HM).

Las luminarias a utilizar en los hospitales y centros de asistencia primaria se pueden analizar por características de montaje, eléctricas o por condiciones operativas, pero siempre cumpliendo lo establecido en la Norma UNE-EN 60598, que define como luminaria al aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso

necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.

Para las luminarias a instalar en cada zona se considerarán los aspectos siguientes:

- Distribución fotométrica de la luminaria. La forma de la distribución de luz de una luminaria depende del tipo de fuente de luz y del componente óptico que incorpore: celosía, reflectores, lentes, diafragmas, pantallas, etc.
- Rendimiento de la luminaria. El criterio fundamental será seleccionar aquel modelo de luminaria que tenga el mayor rendimiento, para la distribución fotométrica deseada. Esta información se obtiene de los diagramas polares de distribución de intensidades luminosas que aportan los fabricantes.
- Sistema de montaje. Por las características de montaje que se presentan en los edificios de hospitales y centros de asistencia primaria, se pueden utilizar las siguientes luminarias: Empotradas, suspendidas, adosadas a techo, adosadas a pared, de carril, de pie y de sobremesa.
- Grado de protección. Las luminarias de alumbrado general en habitaciones, sala de espera, pasillos, vestíbulos etc., no necesitan de un grado de estanquidad elevado, al tratarse de luminarias abiertas. Solamente las luminarias destinadas a instalaciones específicas, tales como quirófanos, laboratorios, UCI's, dispensarios de farmacias y cocinas, exigirán un grado de estanquidad determinado, por ejemplo IP54.
- Clase eléctrica. Se utilizarán luminarias como mínimo de clase I, según EN 60598.

Las luminarias utilizadas en este proyecto disponen de las siguientes combinaciones:

- Las lineales de 36 W:
  - 3x36 W. Se instalarán luminarias de empotrar, del fabricante Liderlux, el modelo es LD8002, con unas dimensiones 1200x 600 mm y con difusor parabólico de aluminio especular. Las lámparas fluorescentes utilizadas disponen de 3.350 lúmenes.

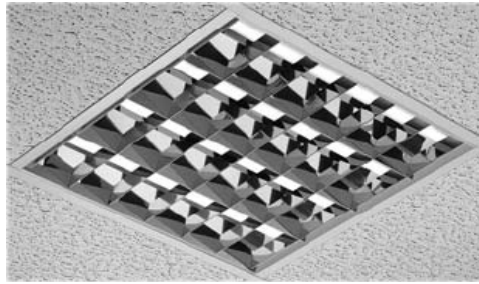


Figura 20. Luminaria 3x36 W.

- 1x36 W. Para esta combinación se usarán luminarias de empotrar, del fabricante Liderlux, el modelo es 9102, con unas dimensiones de 1230x190 mm y con difusor parabólico de aluminio especular. Las lámparas fluorescentes utilizadas disponen de 3.350 lúmenes.



Figura 21. Luminaria 1x36 W.

- Las compactas de 26 W serán circulares y tienen una combinación de 2x26 W. Serán empotrables circulares, del fabricante Liderlux, del modelo LD 12596-CCR, con reflector de aluminio abrillantado y oxidado y cierre con difusor de cristal. Las lámparas fluorescentes utilizadas disponen de de 1.800 lúmenes.
- Las compactas de 36 W tienen una combinación de 3x36 W, con unas luminarias de empotrar, del fabricante Liderlux, del modelo LD10002, con unas dimensiones de 600x 600 mm y con difusor parabólico de aluminio especular. Las lámparas fluorescentes utilizadas disponen de 2.900 lúmenes.



Figura 22. Luminaria 3x36 W.

Los aparatos de alumbrado que las albergan son generalmente de empotrar en falso techos con cerco en aluminio pintado en blanco, previstos con difusor óptico doble parabólico de alto rendimiento y baja luminancia para lámparas fluorescentes de 36 W

lineales y compactas. Los equipados con lámparas compactas cortas de 26 W, son circulares provistos de difusor de aluminio baja luminancia, cerradas mediante cristal opal o transparente decorativo.

En recintos destinados a instalaciones (Centro de Transformación, Grupos de Presión, etc.) así como salas de autopsias, digestor, cámaras frigoríficas, etc., las luminarias proyectadas son para montaje superficial del tipo estanco del fabricante GEWISS, con difusor de policarbonato, grado de protección IP 65, con lámparas fluorescentes, modelo FD G13 36W/865 y 3250 lúmenes y balasto electrónico de 230V con precaldeo de cátodo y completa de accesorios de unión y fijación.

Los niveles medios de iluminación previstos por cálculo para las diversas dependencias según la norma EN 12464-1 son:

<b>ZONAS DEL HOSPITAL</b>	<b>NIVELES MEDIOS DE ILUMINACIÓN</b>	<b>UGR<sub>L</sub></b>	<b>R<sub>A</sub></b>
Salas de Espera	200 lux	22	80
Pasillos	200 lux	22	80
Vestíbulo	300 lux	19	80
Despachos	500 lux	19	90
Archivos	200 lux	25	80
Sala de Estar	300 lux	19	80
Salas de Instalaciones	300 lux	19	80
Oficinas de Administración	500 lux	19	90
Consultas	500 lux	19	90
Almacenes	100 lux	25	60
Sala de Autopsias	500 lux	19	90
Biblioteca	500 lux	19	80

Tabla 7. Niveles de Iluminación medios, UGR y RA.

A la hora de del diseño de la instalación de iluminación hay que tener en cuenta tanto la norma EN 12464-1, el Documento Básico HE3 del código de la edificación como la definición de parámetros básicos como son el Índice de Reproducción Cromática (IRC o Ra), el Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR), el Valor de la Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI), etc. Todo esto se tratará más ampliamente en el apartado de cálculos eléctricos en el apartado 3, correspondiente a los Cálculos Luminotécnicos.

El objetivo del diseño de las instalaciones de iluminación es el dotar en todo momento al edificio de los niveles medios de iluminación adecuados para cada una de las áreas funcionales que lo componen, teniendo en cuenta los usos a que se destinan dichas dependencias, y priorizando el uso de equipos de alto rendimiento y bajo consumo.

El alumbrado se ha realizado generalmente mediante lámparas fluorescentes lineales de 36 W y compactas de 36 y 26 W de las características reflejadas en el Pliego de Condiciones. Todas ellas llevarán un portafusibles con fusible de ampolla de cristal de 3 A cuando estén cableadas con conductor inferior a 1,5 mm<sup>2</sup>, siendo generalmente los equipos de encendido mediante balasto electrónico con precaldeo.

### **7.7.1.- Alumbrado de Emergencia.**

Atendiendo a las prescripciones de la ITC-BT-028 del REBT 2002 se define alumbrado de emergencia como aquel previsto para entrar en funcionamiento cuando se produce un fallo en la alimentación del alumbrado normal, entendiéndose por fallo cuando la tensión desciende por debajo del 70% de la tensión nominal.

Todos estos alumbrados de emergencia y sus fuentes propias de energía están alimentados con el Suministro Normal de Compañía y Complementario mediante Grupo Electrónico.

Hay dos tipos de alumbrado de emergencia, los cuales se describen a continuación:

- Alumbrado de seguridad. Es el alumbrado de emergencia previsto para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona o que tienen que terminar un trabajo potencialmente peligroso antes de abandonar la zona.

La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía. Sólo se podrá utilizar el suministro exterior para proceder a su carga, cuando la fuente propia de energía esté constituida por baterías de acumuladores o aparatos autónomos automáticos. Se distinguen entre estos tres tipos de alumbrado de seguridad:

- Alumbrado de evacuación. Es la parte del alumbrado de evacuación previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo, y en el eje de los pasos principales, una iluminancia mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización

manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

- Alumbrado ambiente o anti-pánico. Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

- Alumbrado de zonas de alto riesgo. Es la parte del alumbrado de evacuación previsto para garantizar la seguridad de las personas ocupadas en actividades potencialmente peligrosas o que trabajan en un entorno peligroso. Permite la interrupción de los trabajos con seguridad para del operador y para los otros ocupantes del local.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminancia mínima de 15 lux o el 10% de la iluminancia normal, tomando siempre el mayor de los valores.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 10.

El alumbrado de las zonas de alto riesgo deberá poder funcionar, cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo el tiempo necesario para abandonar la actividad o zona de alto riesgo.

- Alumbrado de reemplazamiento. En las zonas de hospitalización, y tratamiento intensivo, la instalación de alumbrado de emergencia proporcionará una iluminación no inferior de 5 lux y durante 2 horas como mínimo. Las salas de intervención, las destinadas a tratamiento intensivo, las salas de curas, paritorios,

urgencias dispondrán de un alumbrado de reemplazamiento que proporcionará un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo.

Cuando el alumbrado de reemplazamiento proporcione una iluminancia inferior al alumbrado normal, se usará únicamente para terminar el trabajo con seguridad.

### **7.7.2.- Locales Interiores con Prescripciones Especiales.**

En aseos y vestuarios donde existen duchas o bañeras, la instalación prevista cumple con la ITC-BT-27, no disponiéndose en estos locales de ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de ducha sea móvil y pueda desplazarse fuera de la bañera o plato de ducha, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha. En estos locales se ha previsto una red de equipotencialidad que une entre sí y al conductor de protección, todas las partes metálicas accesibles incluidas en los volúmenes 1, 2 y 3 definidos en la ITC-BT-27 apartado 2. A esta red de equipotencialidad quedarán unidos los platos de ducha y bañeras cuando son metálicos.

Las salas de anestesia y demás dependencias donde puedan utilizarse anestésicos u otros productos inflamables, serán considerados como locales con riesgo de incendio o explosión, salvo indicación en contra, y como tales las instalaciones deberán satisfacer las indicaciones para ellas establecidas en la ITC-BT-29. La clasificación de estas zonas será de locales con riesgo de incendio o explosión de Clase I, ya que el riesgo es debido a gases, vapores y nieblas. Dentro de esta clasificación se considerará a su vez que se trata de emplazamientos de Zona 1, donde es presumible que en condiciones normales de funcionamiento, se produzca la formación ocasional de la mencionada atmósfera explosiva.

En los quirófanos se establece el empleo obligatorio de transformadores de aislamiento o de separación de circuitos, como mínimo uno por cada quirófano o sala de intervención, para aumentar la fiabilidad de la alimentación eléctrica a aquellos equipos en los que una interrupción del suministro puede poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al personal implicado y para limitar las corrientes de fuga que pudieran producirse. Se dispondrá de un cuadro de mando y protección por quirófano o sala de intervención, situado fuera del mismo, fácilmente accesible y en sus inmediaciones. Éste deberá incluir la protección contra sobreintensidades, el transformador de aislamiento y el dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento. Es muy importante que en el cuadro de mando y panel indicador del estado del aislamiento, todos los mandos queden perfectamente identificados y sean de fácil acceso. El cuadro de alarma del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento deberá estar en el

interior del quirófano o sala de intervención y ser fácilmente visible y accesible, con posibilidad de sustitución fácil de sus elementos.

Se establece que en los quirófanos todas las masas metálicas de los receptores invasivos eléctricamente deben conectarse a través de un conductor de protección a un embarrado común de puesta a tierra de protección y éste, a su vez, a la puesta a tierra general del edificio según la norma ITC-BT-38 y la instalación de receptores no invasivos eléctricamente, tales como, resonancia magnética, ultrasonidos, equipos analíticos, equipos radiológicos no de intervención, se atenderán a las reglas generales de instalación de receptores indicadas en la ITC-BT-43.



## **8.- CANALIZACIONES.**

Hace muchos años, la canalización de los cableados eléctricos no era una exigencia, pues no se conocía su importancia e incluso se la consideraba un lujo o un gasto extra. Hoy se sabe que cumple una función vital en las edificaciones, pero a pesar de ello, por desconocimiento, incumplimiento de normas, falta de supervisión o recorte de costos, se omite la aplicación correcta de este elemento, lo que genera un riesgo eléctrico en la obra.

Una canalización es un elemento, habitualmente metálico o de algún polímero, que define la ruta o trazo de una conexión eléctrica entre varios dispositivos y brinda a la vez protección mecánica contra impactos, condiciones atmosféricas y demás, a los conductores que lleva dentro. También es el primer obstáculo contra incendios, por una falla eléctrica en algún cable que está en su interior, como por ejemplo un cortocircuito que produzca chispa.

Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material de PVC rígido.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material PVC curvable en caliente.
- Tubos en material PVC flexible.
- Tubos especiales.

### **8.1.- TUBOS METALICOS Y NO METALICOS.**

Entre las canalizaciones más utilizadas están las tuberías, que son conductos de sección circular, con diámetros que varían entre los 13 y los 200 mm.

Respecto a los materiales con que se fabrican, los más difundidos dentro de las edificaciones son los medianamente rígidos, como los tubos metálicos y los tubos no metálicos, así como las formas flexibles de estos grupos.

Los tubos metálicos, usualmente son de hierro, acero con protección de aluminio o de aluminio; de pared delgada, que puede servir como canalización y como conductor de puesta a tierra, siempre que se utilicen los accesorios y medios de conexión aprobados para tal fin.

Las tuberías metálicas cuentan con accesorios, como cajas de empalmes o conexiones, cajas para la instalación de salidas, como los tomacorrientes; uniones, curvas y soportes; ya que por su espesor de pared este material no debe ser roscado en su instalación. Mediante la utilización de las herramientas adecuadas puede ser doblado manualmente, lo que permite generar algunas figuras suaves, como curvas, con lo que se logra un mejor ajuste del tubo en una situación específica de la obra.

La normativa permite el uso de este tipo de tubos tanto para instalaciones expuestas como ocultas, incluso las embebidas en concreto, siempre y cuando no sean sometidas a un daño físico severo, durante el proceso constructivo, en su operación normal o cuando exista el riesgo de exposición a un ambiente que genere corrosión, por la presencia de agentes químicos o humedad. Por ello no se lo recomienda en instalaciones enterradas o en contacto con el suelo natural. También es importante evitar la combinación de metales en las instalaciones, para evitar efectos galvánicos que produzcan la oxidación.

En esta familia también encontramos tuberías metálicas flexibles, un material con las mismas características que se fabrica laminado de forma helicoidal, como una espiral. Se obtiene así un elemento que asemeja una manguera, con cierto grado de giro, por lo que permite disponer de él para hacer figuras o instalaciones que con tubos no flexibles no era posible lograr fácilmente.

Los tubos no metálicos son resistentes a la humedad y a algunos agentes químicos y son retardantes de llamas. En su fabricación se utiliza por lo general cloruro de polivinilo (PVC).

Al igual que el anterior, este sistema cuenta con accesorios para su instalación, como uniones, curvas, cajas de empalmes, etc., aunque también se aceptan combinaciones de algunos elementos de los tubos metálicos, como las cajas de interconexión. No se lo recomienda para instalaciones expuestas al riesgo de daños mecánicos o por impacto, no deben estar en contacto directo con el sol, pues el material se puede degradar y perder sus propiedades; ni en locales donde la temperatura ambiente supere los 50° C, a menos que se indique otra cosa por parte del fabricante; o como medio de sujeción de luminarias u otros elementos. Este material puede estar enterrado o en contacto directo con el suelo, en tanto se garantice su total sello, para evitar humedad o agua dentro de los tubos. Es un material muy versátil, más liviano y económico que los metálicos, por lo que agiliza los tiempos de instalación y disminuye costos de mano de obra.

Otro tipo de canalización de PVC son los tubos de PVC flexibles. Se trata de una tubería flexible de pared que evita, por ser corrugada y flexible, el uso de curvas y pegamentos, ya que cuenta con un sistema de acople rápido mediante clips que traen las conexiones para asegurar las piezas entre sí. Su flexibilidad permite un recorrido más directo de un punto a otro, por lo que los cables recorren una menor distancia y se deslizan fácilmente en el interior de la tubería, con el consiguiente ahorro de materiales y tiempos de instalación.

Las canalizaciones de polietileno de alta densidad (HDPE) tienen características técnicas que difieren de las tuberías de PVC. Se consiguen en el mercado en diversas longitudes y diámetros, y se utilizan en instalaciones subterráneas, especialmente de telecomunicaciones; así como en ambientes químicos o corrosivos, ya que soportan muy bien la severidad de esas condiciones.

En aplicaciones donde se requieren altos niveles de protección mecánica, por la exposición al tránsito, golpes, condiciones atmosféricas y ambientes especiales o peligrosos; se recomiendan las tuberías metálicas de uso semipesado y pesado, normalmente de hierro galvanizado, cuyas paredes de mayor espesor permiten el uso de roscas como medio de conexión entre sus diversos accesorios; o las tuberías de PVBC rígidas.

En este proyecto los tubos utilizados para las canalizaciones correspondientes son los siguientes:

- Tubo rígido de PVC, enchufable, un grado protección medio, será no propagador de la llama, del fabricante GEWISS o equivalente; con p.p. de cajas y completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Los modelos y diámetros usados son los siguientes:
  - El modelo es DX25363 y con un diámetro exterior de 63 mm.
  - El modelo es DX25325 y con un diámetro exterior de 25 mm.
  - El modelo es DX25320 y con un diámetro exterior de 20 mm.



Figura 23. Tubo del fabricante GEWISS, gama DX.

- Tubo de acero galvanizado flexible protegido con PVC de color gris RAL, IP67 estanco, autoextinguible, de -10°C a +65°C, de PEMSA o equivalente aprobado; completo de accesorios de unión.
  - El modelo es ECOFLEX con una referencia de 11060013 y con un diámetro nominal de 13 mm.
  - El modelo es ECOFLEX con una referencia de 11060011 y con un diámetro nominal de 11 mm.
  - El modelo es ECOFLEX con una referencia de 11060048 y con un diámetro nominal de 48 mm.



Figura 24 Tubo del fabricante PEMSA, modelo ECOFLEX.

## 8.2.- BANDEJAS.

Las bandejas están definidas como una unidad o conjunto de unidades o secciones y accesorios asociados, fabricados de metal u otros materiales no combustibles, que forman una estructura rígida utilizada para soportar cables.

Pero hay medios de canalización abiertos que permiten tener el cableado ventilado, por lo que esta limitación disminuye. Dentro de este tipo tenemos las bandejas portacables metálicas de malla electrosoldada o en forma de escalera, y también las plásticas.

Al utilizar este tipo de canalización se debe tomar en cuenta su capacidad de carga, es decir el peso del cableado que puede soportar sin sufrir daños; además de que por dejar expuestos los cables, cuando no exista el riesgo de rasgar el forro de los conductores, se deben deformar las bandejas por golpes, en ambientes peligrosos o en condiciones que puedan comprometer la integridad de los elementos del sistema, ya que a diferencia de los demás medios, este tiene un grado de protección menor.

Son muy utilizados en sistemas que no transportan niveles de corriente altos, en especial las bandejas plásticas para cableado estructurado, pero se emplean también en sistemas de potencia de todo tipo, incluso en subestaciones eléctricas.

Cuando la bandeja es cerrada, se recomienda para llevar cables y protegerlos del medio ambiente donde son instalados. Cuando la bandeja es abierta, se utiliza cuando no existe riesgo de lastimar el forro de los cables por el medio ambiente (atmósferas corrosivas, por ejemplo) y se puede aprovechar el máximo de conductividad del cable, por estar ventilado totalmente.

Las bandejas portacables de malla electrosoldada son uno de los sistemas de canalización más idóneos y rentables para la canalización de conductores eléctricos y de datos, debido a sus características de mayor ligereza, alta resistencia, máxima ventilación, fácil mecanización, perfecta adaptabilidad y accesorios versátiles.

Su particular diseño, con doble varilla transversal, le confiere una mayor capacidad de carga y aporta un elevado grado de seguridad, por carecer de bordes o aristas que puedan dañar a los conductores eléctricos, cumpliendo de esta manera con el requisito establecido en la norma UNE EN 61537.

Las ventajas que presentan las bandejas metálicas de PEMSA (será el fabricante usado en este proyecto) frente a otro tipo de canalizaciones son las descritas a continuación:

- Borde de seguridad perfilado, para protección de cables. También evita posibles cortes del instalador en su manipulación.
- Su base perforada y embutida incrementa la resistencia transversal y longitudinal, aumentando la capacidad de carga. Impide la retención de líquidos y consigue un menor peso.
- Está disponible en acabado GS en versión Click para alas 35 y 60 y con uniones para ala 85. Asimismo en acabado GC en versión con uniones para alas 35, 60, 85 y 100.
- Diseñada y fabricada bajo los estándares más exigentes de calidad avalada por el Marcado N de AENOR que garantiza sus características técnicas y por la Certificación de Resistencia al Fuego E90

En este proyecto la bandeja y la tapa utilizada para las canalizaciones correspondientes son las siguientes:

- Bandeja metálica de chapa de acero ciega, de PEMSA o equivalente. Las dimensiones y los modelos utilizados son los siguientes:
  - El modelo es PEMSABAND con una referencia de 75431200 y con unas dimensiones de 35x 200 mm.
  - El modelo es PEMSABAND con una referencia de 73021150 y con unas dimensiones de 35x 150 mm.



Figura 25. Bandeja del fabricante PEMSA, modelo PEMSABAND.

- Tapa de acero montada a presión, de PEMSA o equivalente, ref. 73021200; galvanizado Sendzimir, M-0, borde de seguridad y perfil lateral; con p.p. de accesorios y soporte, instalada. Los modelos y dimensiones coincidirán con los dados en la parte de las bandejas metálicas ciegas.

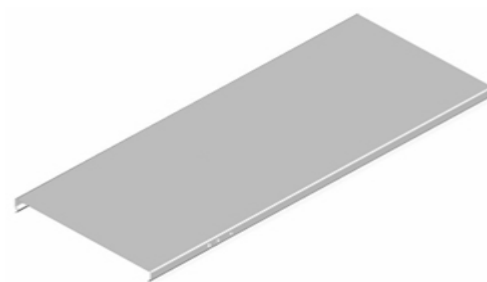


Figura 26. Tapa del fabricante PEMSA, modelo PEMSABAND.

## 9.- TOMAS DE CORRIENTE.

La toma de corriente generalmente se sitúa en la pared, ya sea colocado de forma superficial o empotrado en la pared montado en una caja, siendo éste el más común. Constan, como mínimo, de dos piezas metálicas que reciben a sus homólogas macho para permitir la circulación de la corriente eléctrica. Estas piezas metálicas quedan fijadas a la red eléctrica por tornillos o, actualmente con mayor frecuencia, por medio de unas pletinas plásticas que, al ser empujadas, permiten la entrada del hilo conductor y al dejar de ejercer presión sobre ellas, unas chapas apresan el hilo, impidiendo su salida.

La principal clasificación que se hace en las tomas de corrientes es en función de su uso, los cuales son: domesticas e industriales, a continuación se tratarán ambas.

### 9.1.- TOMAS DE CORRIENTE DOMESTICAS.

Hay una amplia gama de tipos de tomas de corriente de uso doméstico, las cuales se diferencian entre ellas por sus características constructivas y por su diseño.

#### 9.1.1.- Clasificación de las tomas de corrientes.

Los diferentes tipos de tomas de corrientes domesticas que hay son las siguientes:

- Tipo A. (NEMA 1-15 USA 2 pines). Este tipo de toma de corriente tiene dos pernos paralelos planos, se utiliza en la mayor parte de Norteamérica y en la costa este de Suramérica en los dispositivos que no requieren una conexión de tierra, tal como lámparas y pequeñas aplicaciones. Los zócalos de la nema 1-15 se han prohibido en la nueva construcción en los Estados Unidos y en Canadá desde 1962.



Figura 27. Toma de Corriente tipo A.

- Tipo B. (NEMA 5-15 USA 3 pines) Este tipo consta de dos láminas paralelas planas como el tipo A, pero tiene un perno molido redondo de o de la conexión a tierra.

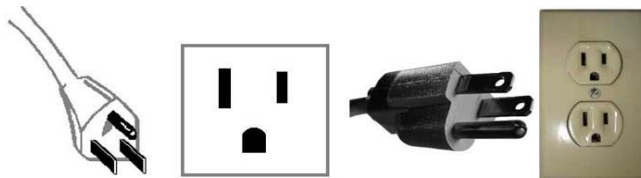


Figura 28. Toma de Corriente tipo B.

- Tipo C. (CEE 7/16 ) También conocida como toma Europlug, dicha toma es una clavija de enchufe plano de dos polos para uso doméstico, que normalmente se suministra en los cables de alimentación de los electrodomésticos o en los cables prolongadores, diseñada para voltajes de hasta 250 V y corrientes de hasta 2,5 A. Fue ideada para funcionar, de forma segura, en las tomas de corriente de todos los países europeos, con excepción del sistema BS 1363 que se da en Gran Bretaña, Chipre, Gibraltar, Irlanda y Malta.

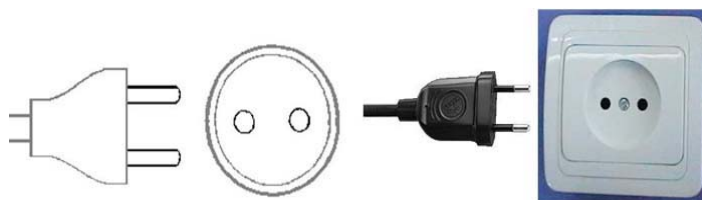


Figura 29. Toma de Corriente tipo C.

- Tipo D. (BS546 5 A versión del Tipo M). Tiene tres pernos redondos grandes en un patrón triangular. El estándar de las BS 546 también se utiliza en partes de África (Ghana, Kenia, Nigeria), de Oriente Medio (Kuwait, Qatar), y de las partes de Asia y del Extremo Oriente que fueron electrificadas por los Británicos. Este tipo también fue utilizado previamente en el Sudáfrica.



Figura 30. Toma de Corriente tipo D.



- Tipo E. (Tipo Francés). La razón de la incompatibilidad de este tipo de toma de corriente es que la conexión a tierra en el zócalo de E es hecha por un perno masculino redondo montado permanentemente en el zócalo.

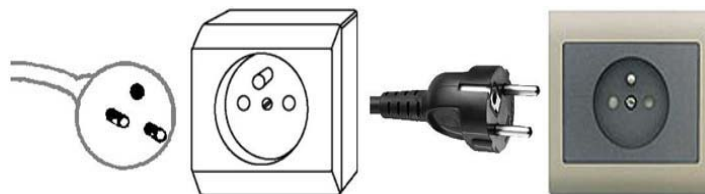


Figura 31. Toma de Corriente tipo E.

- Tipo F. Es como el tipo E salvo que tiene dos clips de conexión a tierra en los lados del enchufe en vez de un contacto femenino de la tierra. Este tipo de toma de corriente es conocida como toma Schuko, la cual está formada por dos clavijas cilíndricas, de 4,8 mm de diámetro, 19 mm. de longitud y separadas 19 mm, para los contactos de la fase y el neutro, más dos contactos planos en la partes superior e inferior de los laterales del enchufe destinados para conectar la tierra. Los enchufes schuko están considerados como muy seguros cuando se combinan con las tomas de corriente schuko pero pueden causar ciertos problemas de seguridad cuando lo hacen con cualquier otro tipo de enchufe.

Los conectores Schuko se usan normalmente en circuitos de 230 V, 50 Hz y para corrientes de 16 A.

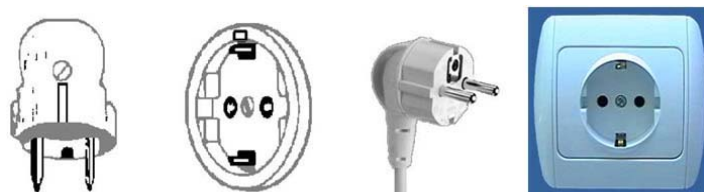


Figura 32. Toma de Corriente tipo F.

- Tipo G. (BS1363 con fusible 13 A). También conocido como "plug", Tiene tres dientes rectangulares en forma de triángulo.



Figura 33. Toma de Corriente tipo G.

- Tipo H. (SI 32 Israel). Este tipo de toma de corriente, definido en SI 32 (IS16A-R), es único en Israel y es incompatibles con el resto de los zócalos. Tiene tres pernos planos para formar una Y-forma. Los zócalos de tipo H a partir de 1989 empezaron ha aceptar los pernos planos y redondos para ser compatibles con los

enchufes viejos y nuevos. Esto también permite que el tipo zócalo de H acomode el tipo enchufes tipo C que se utilizan en Israel para las aplicaciones no-puestas a tierra.

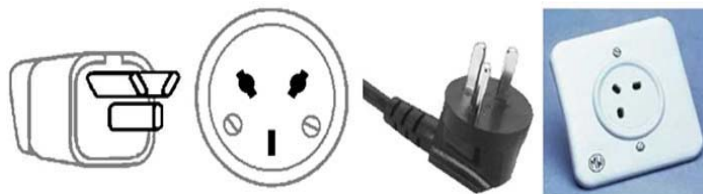


Figura 34. Toma de Corriente tipo H.

- Tipo I. (AS-3112). En las tomas de corriente de este tipo la fase y el neutro están cambiados con respecto al resto de países. Son usadas en países como Argentina, Australia o New Zealand.



Figura 35. Toma de Corriente tipo I.

- Tipo J. (SEV-1011 Suiza). Suiza tiene su propio tipo de toma de corriente esta es similar al tipo europlug (tipo C), salvo que él tiene un perno de la tierra apagado a un lado. Los zócalos suizos pueden tomar los enchufes o los europlugs suizos

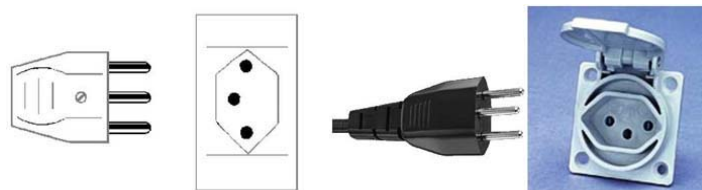


Figura 36. Toma de Corriente tipo J.

- Tipo K. (SRAF 1962/DB Dinamarca). Este tipo es similar al tipo francés salvo que tiene un perno de la conexión a tierra en vez de un agujero de la conexión a tierra (y viceversa en el zócalo).



Figura 37. Toma de Corriente tipo K.

- Tipo L. (CEI 23-16 Italia). Este tipo de tomas de corrientes se dan sobre todo en Italia, Siria, Libia, Etiopía, Chile, la Argentina, Uruguay, varios países en la África del Norte.

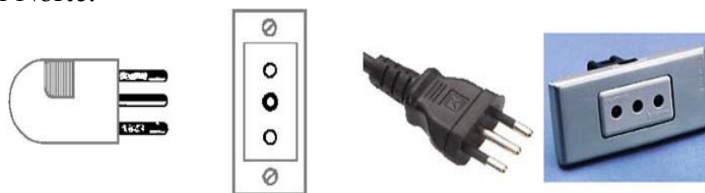


Figura 38. Toma de Corriente tipo L.

- Tipo M. (15 A versión del Tipo D BS546). El tipo M es una versión de tipo D y se encuentra especialmente en las zonas fronterizas con Sudáfrica.



Figura 39. Toma de Corriente tipo M.

En este proyecto las tomas de corriente utilizadas serán las siguientes:

- Tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil, del tipo 2x16A+TTL de color blanco, del fabricante Eunea Merlin Gerin o equivalente y serie ÚNICA.



Figura 40. Toma de corriente 2x16A+TTL.

- Cajas de empotrar con 4 tomas de corriente del tipo 2x16A+TT 16A 250V, del fabricante Eunea Merlin Gerin o equivalente y serie Única System, de dimensiones 231x 166x 59 mm., la cual contiene 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y piloto indicador de tensión (2 de ellas son del tipo 2x 16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y las otras 2 del tipo 2x 16A+TTF rojas para usos informáticos).



Figura 41. Caja empotrar 4 tomas 2x16A+TT 16A.

## 9.2.- TOMAS DE CORRIENTE INDUSTRIAL.

Las normas prevén la instalación de tomas de corriente industriales tanto en corriente alterna (con frecuencia hasta 500 Hz.) como en corriente continua, distinguiéndolas en dos categorías basadas en la tensión de trabajo:

- Tomas de corriente para muy baja tensión para valores de tensión de trabajo hasta a 50V~.
- Tomas de corriente para baja tensión para valores de tensión de trabajo de más 50V~ hasta 690V~.

Existen ejecuciones de 2-3-4-5 polos e intensidades nominales de 16-32-63-125A.

Para cada instalación está prevista una ejecución específica, diferente de las demás con enclavamientos de seguridad tales, que resulte imposible insertar una clavija cualquiera en una base que no sea la propia correspondiente con relación a la tensión, frecuencia, número de polos y tipología de la instalación.

### 9.2.1.- La difusión de la unificación europea.

Las tomas de corriente para instalaciones industriales de baja tensión están diseñadas de acuerdo con las normas EN 60309-1 y EN 60309-2 (equivalentes a las IEC 309-1 e IEC 309-2) han estado adoptadas por todos los países europeos miembros del CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica): Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Holanda, Irlanda, Islanda, Italia, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Reino Unido y Suiza.

Estas normas constituyen el documento de Unificación Europea de las tomas de corriente para usos industriales.

Asimismo muchos otros países, no miembros del CENELEC, han adoptado la Unificación Europea de las tomas de corriente industriales reconociendo la validez del sistema tanto desde el aspecto de la seguridad como de las prestaciones.

Las tomas de corriente fabricadas de acuerdo con estas normas se utilizan actualmente en toda Europa, en África, en el Medio Oriente, en el Extremo Oriente, en América Latina y también en América del norte.

Las últimas modificaciones de la unificación europea de las tomas de corriente industriales a nivel internacional contribuirá a simplificar los cambios de bienes y servicios, si tenemos presente que por ejemplo las máquinas estarán equipadas con clavijas acoplables a las bases de cualquier país; los contenedores refrigeradores encontrarán siempre los puertos equipados para la conexión de los compresores sin problemas; las caravanas, los barcos deportivos, los auto eléctricos no tendrán problema de conexión a las columnas de alimentación de energía eléctrica en los postes de los diversos países.

### 9.2.2.- Grado de protección.

Se describe un sistema para clasificar los grados de protección aportados al equipamiento eléctrico por los contenedores que los protegen. En el caso que a nosotros nos refiere, sirve para calificar de manera numérica los amplificadores o nodos ópticos en el nivel de protección que su contenedor (carcasa) le proporciona. Al asignar diferentes códigos numéricos, el grado de protección del producto puede ser identificado de manera rápida y con facilidad. Así en el código IPXX, las letras IP identifican al estándar (International Protection), el primer dígito describe el nivel de protección ante objetos sólidos y el segundo dígito describe el nivel de protección frente a líquidos (normalmente agua).

Grado de protección (primer dígito)		
Valor	Breve descripción	Definición
0	No protegido.	
1	Protegido frente a objetos sólidos de 50 mm de diámetro y mayores.	El objeto utilizado para la prueba (esfera de 50 mm de diámetro) no debe llegar a penetrar por completo.
2	Protegido frente a objetos sólidos de 12,5 mm de diámetro y mayores.	El objeto utilizado para la prueba (esfera de 12,5 mm de diámetro) no debe llegar a penetrar por completo.
3	Protegido frente a objetos sólidos de 2,5 mm de diámetro y mayores.	El objeto utilizado para la prueba (esfera de 2,5 mm de diámetro) no debe penetrar en lo más mínimo.
4	Protegido frente a objetos sólidos de 1 mm de diámetro y mayores.	El objeto utilizado para la prueba (esfera de 1 mm de diámetro) no debe penetrar en lo más mínimo.
5	Protegido del polvo.	La penetración de polvo no se evita por completo, pero el polvo no debe penetrar en una cantidad tal que interfiera con el correcto funcionamiento del aparato.
6	Protegido completamente del polvo.	El polvo no debe penetrar en lo más mínimo.

Tabla 8. Grado de Protección (primer dígito).

Grado de protección (segundo dígito)		
Valor	Breve descripción	Definición
0	No protegido.	
1	Protegido frente a caída del agua.	Colocado el objeto en su lugar de funcionamiento, no debe entrar el agua dejada caer encima durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm <sup>3</sup> por minuto).
2	Protegido frente a caída del agua.	Colocado el objeto en su lugar de funcionamiento, no debe entrar el agua dejada caer encima durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm <sup>3</sup> por minuto), siendo tal prueba realizada cuatro veces a razón de una por cada giro de 15° tanto en sentido vertical como horizontal, partiendo cada vez de la posición normal de operación.
3	Protegido frente a pulverización de agua.	Colocado el objeto en su lugar de funcionamiento, no debe entrar el agua pulverizada en un ángulo de hasta 60° a derecha e izquierda de la vertical a razón de 10 litros por minuto y a una presión de 80-100kN/m <sup>2</sup> durante no menos de 5 minutos.
4	Protegido frente a agua arrojada.	Colocado el objeto en su lugar de funcionamiento, no debe entrar el agua arrojada desde cualquier ángulo a razón de 10 litros por minuto y a una presión de 80-100kN/m <sup>2</sup> durante no menos de 5 minutos.
5	Protegido frente a chorros de agua.	Colocado el objeto en su lugar de funcionamiento, no debe entrar el agua arrojada a chorro (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 6,3 mm de diámetro, a razón de 12,5 litros por minuto y a una presión de 30kN/m <sup>2</sup> durante no menos de 3 minutos y a una distancia no menor de 3 metros.
6	Protegido frente a chorros muy potentes de agua.	Colocado el objeto en su lugar de funcionamiento, no debe entrar el agua arrojada a chorro (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 12,5 mm de diámetro, a razón de 100 litros por minuto y a una presión de 100kN/m <sup>2</sup> durante no menos de 3 minutos y a una distancia no menor de 3 metros.
7	Protegido frente a inmersión en agua.	El objeto debe resistir (sin filtración alguna) la inmersión completa a 1 metro durante 30 minutos.
8	Protegido frente a inmersión continua en agua.	El objeto debe resistir (sin filtración alguna) la inmersión completa y continua a la profundidad y durante el tiempo que especifique el fabricante con el acuerdo del usuario, pero siempre que resulten condiciones más severas que las especificadas para el valor 7.

Tabla 9. Grado de Protección (segundo dígito).

La norma prevé una clasificación basada sobre el grado de protección contra la penetración de cuerpos sólidos y líquidos:

- IP44. Toma de corriente protegida contra las salpicaduras de agua, la base está provista de tapa con muelle.
- IP67. Toma de corriente estanca a la inmersión, equipada de tapa con cierre a bayoneta

El grado de protección se comprueba: por la base cuando la tapa está cerrada o con la clavija totalmente insertada y por la clavija cuando está totalmente insertada en la base.

### 9.2.3.- Partes de una toma de corriente de uso industrial.

Las tomas de corriente de uso industrial pueden contar de las siguientes partes constructivas:

- Base conectora fija. Prolongador y dispositivo que permite la unión, un número cualquiera de veces, entre un cable flexible y una instalación fija, comprende la base fija y la clavija.
- Clavija y prolongador aéreo. Dispositivo que permite la unión, un número cualquiera de veces entre dos cables flexibles, comprende el prolongador móvil y la clavija.
- Base fija. Es la parte destinada a estar unida con la instalación fija.
- Base móvil. Es la parte unida, o destinada a estar unida al cable flexible de alimentación.
- Clavija. Es la parte unida, o destinada a estar unida al cable flexible el cual está unido a un aparato de utilización o una base móvil.
- Base conectora. Es la parte incorporada o fijada al aparato de utilización o destinada a ser fijada al mismo.
- Cable prolongador. Cable flexible que termina por un lado con una base móvil y por otro con una clavija.

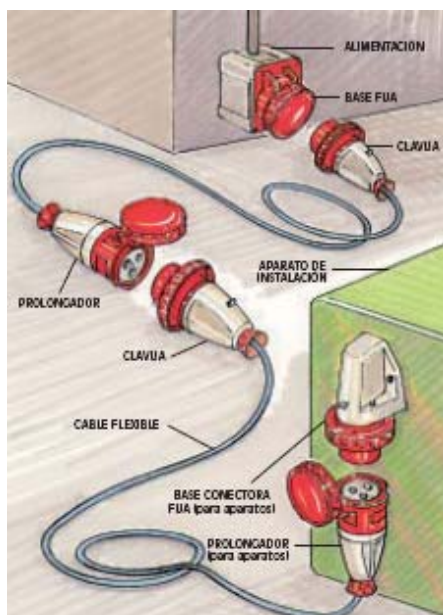


Figura 42. Partes de un toma de corriente de uso industrial.



## **10.- SISTEMAS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA.**

El Reglamento prevé los sistemas de protección de una instalación eléctrica de baja tensión, algunos encaminados a proteger los circuitos contra los efectos de sobreintensidades y sobretensiones y otros orientados a efectos de seguridad general, para evitar los contactos directos, y anular el efecto de los indirectos.

### **10.1.- PUESTA A TIERRA.**

La función de la Puesta a Tierra consiste en limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan llegar a presentar las masas metálicas; garantizar la actuación efectiva de las protecciones a personas y disminuir o anular el riesgo que supone algún tipo de avería en el material utilizado.

La Puesta a Tierra involucra toda ligazón metálica directa sin fusible ni otra protección, de sección suficiente, que vincula determinados elementos de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados, para lograr que en el conjunto de las instalaciones del edificio no hayan diferencias de potencial peligrosas, y que además permita el paso a tierra de corrientes de descarga o de falta.

Un sistema de puesta a tierra esta constituido por los componentes siguientes:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Derivaciones de las líneas principales.
- Conducciones de protección.

En los edificios normalmente se conectan a puesta a tierra las siguientes instalaciones y elementos:

- Enchufes eléctricos y masas metálicas situadas en aseos y baños, según REBT.
- Instalaciones de fontanería, calefacción y gas, calderas, depósitos, guías de elevadores y en general, todo elemento metálico importante; según REBT.
- Instalación de pararrayos; según DB SU8 del CTE: Pararrayos.
- Estructuras metálicas y armaduras de muros y soportes de hormigón.

Los esquemas de conexión a tierra están definidos por la norma CEI 60364, estando regulados en España por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en su



Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-08, "Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica."

Su denominación se realiza mediante un código de letras con el significado siguiente:

- Primera letra. Se refiere a la situación de la alimentación respecto de tierra:
  - T = conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.
  - I = aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto de tierra a través de una impedancia.
- Segunda letra. Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto de tierra:
  - T = masas conectadas directamente a tierra independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.
  - N = masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra. En corriente alterna ese punto es normalmente el punto neutro.
- Otras letras. Se refiere a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.
  - S = Las funciones de neutro y de protección aseguradas por conductores separados.
  - C = Las funciones de neutro y de protección combinadas en un solo conductor (conductor CPN).

#### 10.1.1.- Clasificación de los Esquemas de Puesta a Tierra.

En función a la clasificación anterior se obtienen los siguientes tipos de esquemas de distribución:

- Esquema TT. Es el más empleado en la mayoría de instalaciones por poseer unas excelentes características de protección a las personas y además poseer una gran economía de explotación.

En este esquema el neutro del transformador y las masas metálicas de los receptores se conectan directamente, y sin elemento de protección alguno, a tomas de tierras separadas.

En caso de un defecto a masa circula una corriente a través del terreno hasta el punto neutro del transformador, provocando una diferencia de corriente

entre los conductores de fase y neutro, que al ser detectado por el interruptor diferencial provoca la desconexión automática de la alimentación.

Durante el fallo la tensión de defecto queda limitada por la toma de tierra del receptor, a un valor igual a la resistencia de la puesta a tierra (conductor de protección + toma de tierra) por la intensidad de defecto.

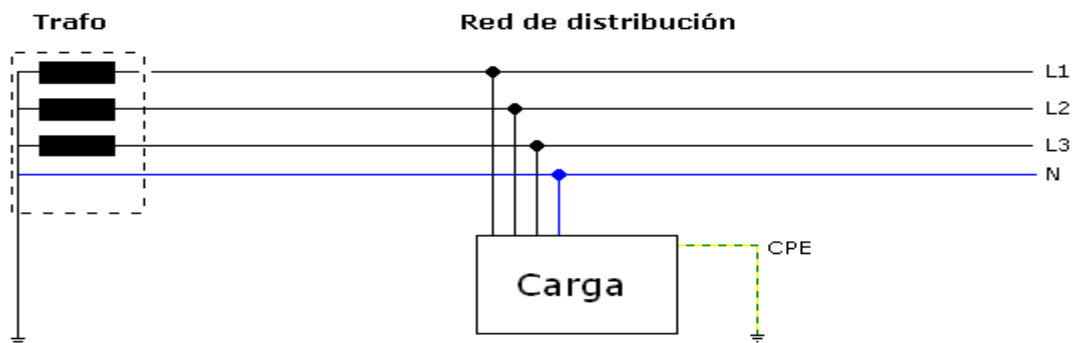


Figura 43. Esquema TT de Puesta a Tierra.

En este sistema el empleo de interruptores diferenciales es imprescindible para asegurar tensiones de defecto pequeñas y disminuir el riesgo de incendio.

- Esquema TN. Es el esquema menos empleado, quedando relegado casi exclusivamente para usos temporales con grupos electrógenos (generadores Diésel). Es un sistema con un coste de explotación sensiblemente mayor que el esquema TT, ya que requiere revisiones periódicas.

La mayor desventaja de este sistema es la necesidad de calcular las impedancias en todos los puntos de la línea y diseñar las protecciones de forma individual para cada receptor. En el caso de líneas muy largas o de poca sección puede darse el caso de que la corriente de defecto no sea suficiente para disparar las protecciones.

- Esquema TN-C. En este esquema los conductores de protección se conectan directamente al conductor de neutro. En España no se permite usar este esquema si la sección del conductor de neutro es inferior a 16 mm<sup>2</sup>.

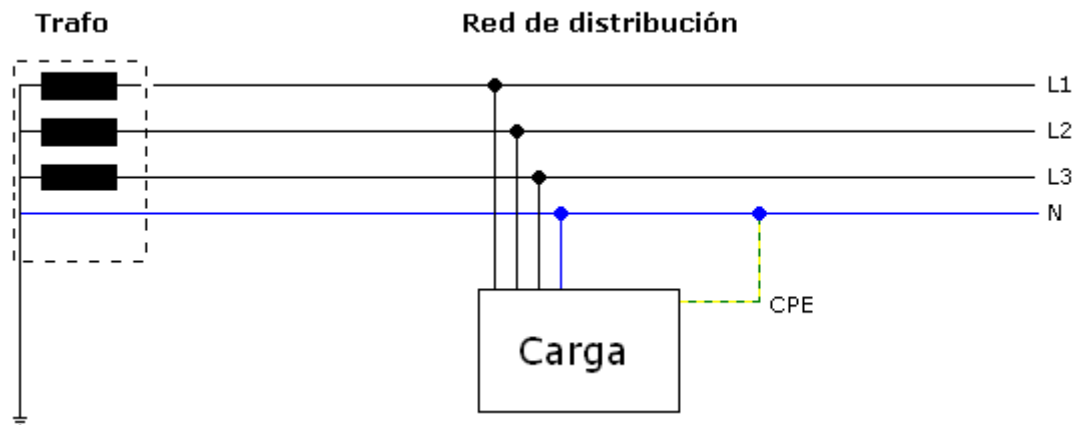


Figura 44. Esquema TN-C de Puesta a Tierra.

- Esquema TN-S. En el esquema TN-S, los conductores de protección se conectan a un conductor de protección distribuido junto a la línea, y conectado al conductor de neutro en el transformador.

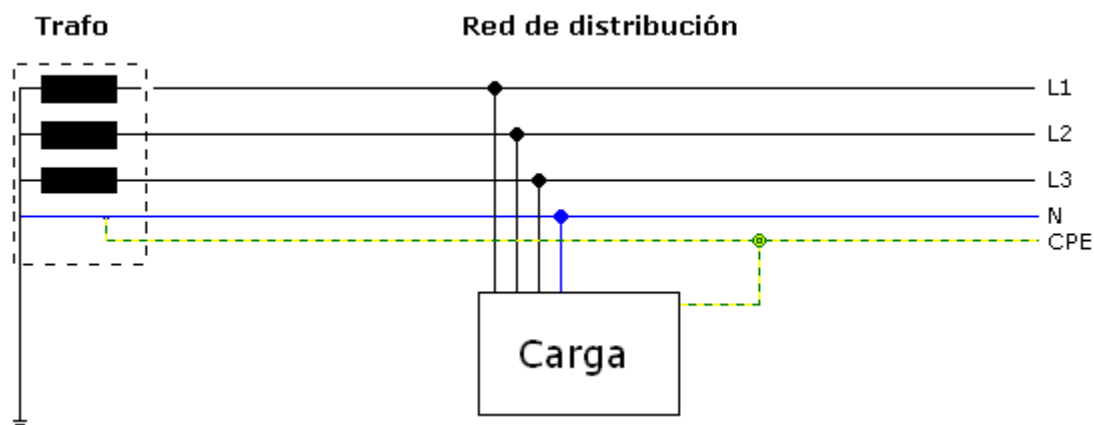


Figura 45. Esquema TN-S de Puesta a tierra.

- Esquema TN-C-S. Es una combinación de los dos anteriores, empleada cuando la sección del conductor de neutro es insuficiente para servir de conductor de protección.
- Esquema IT. Es el preferido en aplicaciones en las que la continuidad del servicio es crítica, como en quirófanos o industrias con procesos sensibles a la interrupción.

En él, el Neutro del transformador está aislado de Tierra (o conectado a través de una impedancia de un elevado valor) y las masas metálicas conectadas a una toma de tierra exclusiva.

Este es el esquema que ofrece una mayor continuidad de servicio, ya que corta el suministro al segundo defecto, a diferencia de los otros que lo hacen al

primero. Ello se debe a que en un primer defecto la corriente se encuentra con una resistencia muy grande para retornar al transformador y se puede considerar un circuito abierto. Un segundo contacto provocará una circulación de corriente y actuarán los dispositivos de protección.

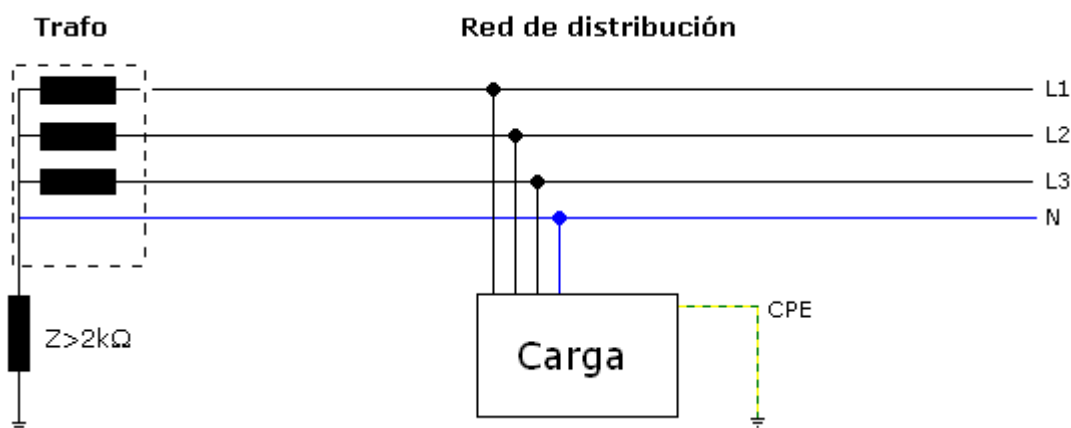


Figura 46. Esquema IT de Puesta a Tierra.

En caso de un primer defecto, un medidor de aislamiento monitoriza constantemente la instalación, provocando una alarma en caso de fallo del aislamiento.

El esquema IT requiere una Puesta a Tierra totalmente independiente de otras instalaciones, ya que de lo contrario, la corriente podría regresar al transformador y provocar que el primer defecto sea verdaderamente peligroso. Igualmente, las masas metálicas no deben estar conectadas a otras de instalaciones diferentes.

Las instalaciones realizadas conforme a este esquema se denominan instalaciones flotantes o en isla.

### 10.1.2.- Aplicación de los tres tipos de esquemas.

La elección de uno de los tres tipos de esquemas debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Sin embargo, hay que tener en cuenta los siguientes principios:

Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesta directamente a tierra por prescripción reglamentaria. Este punto es el punto neutro de la red. El esquema de distribución para instalaciones, receptoras alimentadas directamente de una red de distribución pública de baja tensión es el esquema TT.

En instalaciones alimentadas en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abanado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.

No obstante lo dicho en el primer caso, puede establecerse un esquema IT en parte o partes de una instalación alimentada directamente de una red de distribución pública mediante el uso de transformadores adecuados, en cuyo secundario y en la parte de la instalación afectada se establezcan las disposiciones que para tal esquema se cita anteriormente.

Para edificios con centro de transformación propio, en el apartado 11 de la ITC-BT-18 del REBT, se exige que la tierra de las masas de la instalación en baja tensión y la tierra de las masas del centro de transformación sean independientes. En este proyecto las redes de puesta a tierra independientes proyectadas han sido las siguientes:

- Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión.
- Redes de puesta a tierra de neutros de Transformadores.

(Servicio).

- Red de puesta a tierra de Protección en Baja Tensión.
- Red de puesta a tierra de la Estructura.

La red de Protección en Alta Tensión y la de neutros de Transformadores ya han sido desarrolladas en el apartado del Centro de Transformación, por lo tanto a continuación nos centraremos únicamente en los puntos de la protección de Baja Tensión y en el de la Estructura.

La red de Protección en Baja Tensión pondrá a tierra todas las partes metálicas de la instalación de Baja Tensión que normalmente no están sometidas a ella; para lo cual se ha previsto una red de conductores en color amarillo-verde que uniéndolas entre sí las pone a tierra mediante un electrodo formado por picas de acero cobrizado, y a la que se ha de unir la tierra general de la estructura (ITC-BT-26 apartado 3), cuyo conjunto de puesta a tierra debe ser igual o inferior a  $2 \Omega$ . Dicha red consta se ha llevado a cabo mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, incluso la línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, consta de 8 electrodo de puesta a tierra de acero/cobre de 2 m. según la configuración UNESA, con puente de comprobación y accesorios de unión fijación y montaje.

La red de puesta a tierra de la Estructura tiene como objetivo disponer de una red equipotencial entre todas las partes metálicas del edificio, que a su vez sirve como punto de referencia de las tensiones eléctricas utilizadas en el mismo. Su realización se ha previsto mediante cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> enterrado por debajo de la solera de hormigón, y al que se enlazarán todas las estructuras metálicas de pilares y muros, empleando para ello latiguillos del mismo tipo de cable con conexiones aluminotérmicas entre el cobre y el hierro. Esta red quedará unida a la Red de puesta a tierra de Protección de Baja Tensión mediante un puente de comprobación independiente.

En todas las redes el enlace entre los electrodos de puesta a tierra y los puentes de comprobación a situar centralizados, se realizará con cable aislado tensión de aislamiento 0,6/1 kV.

Los puentes de comprobación irán alojados en cajas aisladas individuales con tensión de aislamiento igual o superior a 5 kV.

El conjunto de estas redes constituyen, mediante sus interconexiones, la red general de puesta a tierra del edificio, permitiendo adoptar un sistema de régimen para el neutro del tipo TT o TN-S, según necesidades.

## **10.2.- PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.**

Según la ITC-BT-22 todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

Y las protecciones frente a las sobreintensidades provocadas por los casos anteriores son las siguientes:

- Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

- Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

### **10.3.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.**

En este apartado trataremos los tipos de protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del: nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Esta instrucción contiene las indicaciones a considerar para cuando la protección contra sobretensiones está prescrita o recomendada en las líneas de alimentación principal 230/400 V en corriente alterna, no contemplándose en la misma otros casos como, por ejemplo, la protección de señales de medida, control y telecomunicación.

Las categorías de sobretensiones permiten distinguir los diversos grados de tensión soportada a las sobretensiones en cada una de las partes de la instalación, equipos y receptores. Mediante una adecuada selección de la categoría, se puede lograr la coordinación del aislamiento necesario en el conjunto de la instalación, reduciendo el riesgo de fallo a un nivel aceptable y proporcionando una base para el control de la sobretensión. Las cuáles son las siguientes:

- Categoría I. Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico. Ejemplo: ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.
- Categoría II. Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija. Ejemplo: electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares.

- Categoría III. Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad. Ejemplo: armarios de distribución, embarrados, aparos (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación...), motores con conexión eléctrica fija (ascensores, máquinas industriales...), etc.
- Categoría IV. Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución. Ejemplo: contadores de energía, aparos de telemedida, equipos principales de protección contra sobretensiones, etc.

Las sobretensiones transitorias se originan fundamentalmente como consecuencia de las descargas atmosféricas y conmutaciones de redes. En general, las sobretensiones originadas por maniobras en las redes son inferiores, en valor de cresta, a las atmosféricas, y por ello se considera que los requisitos de protección contra descargas atmosféricas garantizarán la protección contra sobretensiones de maniobra. Cuando se produce una descarga atmosférica sobre un conductor se provocan transitorios que se caracterizan por su corta duración, crecimiento rápido y valores de cresta muy elevados quedando los aparos eléctricos expuestos a recibir una sobretensión.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes, las cuales son las siguientes:

- Situación natural. Cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en una instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad), se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos que se indica en la Tabla 1 y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.

Una línea aérea constituida por conductores aislados con pantalla metálica unida a tierra en sus dos extremos, se considera equivalente a una línea subterránea.

- Situación controlada. Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad



(por ejemplo, continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT o IT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación. En redes TN-S, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el conductor de protección. En redes TN-C, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores de fase y el neutro o compensador. No obstante se permiten otras formas de conexión, siempre que se demuestre su eficacia.

#### **10.4.- PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.**

En la protección contra los contactos directos se han tenido en cuenta las prescripciones establecidas en la ITC-BT-24 del REBT. En la cual se dice que esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma UNE 20.460 -4-41, que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas. Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considera que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.
- Protección por medio de barreras o envolventes. Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección

exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
  - bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
  - bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.
- Protección por medio de obstáculos. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

Los obstáculos están destinados a impedir los contactos fortuitos con las partes activas, pero no los contactos voluntarios por una tentativa deliberada de salvar el obstáculo. Los obstáculos deben impedir:

- bien, un acercamiento físico no intencionado a las partes activas;
- bien, los contactos no intencionados con las partes activas en el caso de intervenciones en equipos bajo tensión durante el servicio.

Los obstáculos pueden ser desmontables sin la ayuda de una herramienta o de una llave; no obstante, deben estar fijados de manera que se impida todo desmontaje involuntario.

- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento. Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

La puesta fuera de alcance por alejamiento está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas. Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad.

El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios

auxiliares. Por convenio, este volumen está limitado conforme a la figura 1, entendiéndose que la altura que limita el volumen es 2,5 m.

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual. Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales (como por ejemplo en salas de radiología intervencionista), los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A que aseguran la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes.

La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados 3.1 a 3.4 de la presente instrucción.

## **10.5.- PROTECCIÓN CONTRA LOS CONTACTOS INDIRECTOS.**

Las medidas de protección contra contactos indirectos cumplirán con lo establecido en el apartado 4 de la ITC-BT-24 del REBT. La cual se consigue mediante la aplicación de algunas de las medidas siguientes:

- Protección por corte automático de la alimentación. El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la ITC-BT-08 y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20.572 -1.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse

valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público contempladas en la ITC-BT-09, apartado 10.

- Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente. Se asegura esta protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).
- Conjuntos de aparamenta contruidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aislen las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

La norma UNE 20.460 -4-41 describe el resto de características y revestimiento que deben cumplir las envolventes de estos equipos.

- Protección por separación eléctrica. El circuito debe alimentarse a través de una fuente de separación, es decir:

- un transformador de aislamiento.
- una fuente que asegure un grado de seguridad equivalente al transformador de aislamiento anterior, por ejemplo un grupo motor generador que posea una separación equivalente.

La norma UNE 20.460 -4-41 enuncia el conjunto de prescripciones que debe garantizar esta protección. En el caso de que el circuito separado no alimente más que un solo aparato, las masas del circuito no deben ser conectadas a un conductor de protección.

En el caso de un circuito separado que alimente muchos aparatos, se satisfarán las siguientes prescripciones:

- Las masas del circuito separado deben conectarse entre sí mediante conductores de equipotencialidad aislados, no conectados a tierra. Tales conductores, no deben conectarse ni a conductores de protección, ni a masas de otros circuitos ni a elementos conductores.
- Todas las bases de tomas de corriente deben estar previstas de un contacto de tierra que debe estar conectado al conductor de equipotencialidad descrito en el apartado anterior.

- Todos los cables flexibles de equipos que no sean de clase II, deben tener un conductor de protección utilizado como conductor de equipotencialidad.
- En el caso de dos fallos francos que afecten a dos masas y alimentados por dos conductores de polaridad diferente, debe existir un dispositivo de protección que garantice el corte en un tiempo como máximo igual al indicado en la tabla 1 incluida en el apartado 4.1.1, para esquemas TN.
- Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.  
Los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles.

La conexión equipotencial local así realizada no debe estar conectada a tierra, ni directamente ni a través de masas o de elementos conductores.

Deben adoptarse disposiciones para asegurar el acceso de personas al emplazamiento considerado sin que éstas puedan ser sometidas a una diferencia de potencial peligrosa. Esto se aplica concretamente en el caso en que un suelo conductor, aunque aislado del terreno, está conectado a la conexión equipotencial local.

## 11.- INSTALACIÓN DE PARARRAYOS.

Los efectos de un rayo pueden ser causados por un impacto directo o por causas indirectas. Estas consecuencias pueden ser catastróficas para estructuras, personas y animales o en el mejor de los casos tener únicamente consecuencias económicas.

Un Sistema de Protección contra el rayo (SPCR) ayudará a minimizar los daños causados por el rayo, derivándolo de forma controlada a la tierra. Este sistema de protección denominado pararrayos está formado por los siguientes componentes:

- Cabezal captador. Los pararrayos con dispositivo de cebado , emiten impulsos de alta tensión que aseguran la formación anticipada del trazador ascendente, aumentando el radio de cobertura frente a un pararrayos convencional.
- Pieza de adaptación. La pieza de adaptación permite acoplar el pararrayos al mástil garantizando así la continuidad eléctrica del cabezal y el cable de bajante.
- Mástil. Elemento alargable para dar la altura necesaria al cabezal captador del pararrayos para cubrir el radio de acción de la zona a proteger.
- Anclaje. Su función es la sujeción del mástil, existiendo diferentes tipos de anclajes: para la colocación mediante tornillo o para empotrar.
- Conductor bajante. Elemento conductor destinado a encaminar la corriente del rayo desde el cabezal captador hasta la toma de tierra.
- Soportes cable. Fija el conductor de bajada en toda su trayectoria para evitar movimientos del mismo.
- Contador de descargas. Indica los impactos del rayo recibidos por la instalación de protección. Recomendado por la norma UNE 21186 1996.
- Manguitos de unión. Los manguitos de unión permiten desconectar la toma de tierra con el fin de efectuar la medida de la resistencia.
- Tubo de protección. Tubo de hierro galvanizado de 2 m. para evitar los choques mecánicos contra el conductor del bajante.
- Toma de tierra y equipotencialidad. Existen varias configuraciones para la realización de una toma de tierra, dependiendo de la construcción y los materiales empleados.

El sistema de protección contra el rayo debe constar de un sistema externo, un sistema interno y una red de tierra de acuerdo a los apartados siguientes:

### 11.1.- SISTEMA EXTERNO.

El sistema externo de protección contra el rayo está formado por dispositivos captadores y por derivadotes o conductores de bajada.

- Diseño de la instalación de dispositivos captadores. Los dispositivos captadores son pararrayos con dispositivo de cebado. Se instalará uno cubriendo la globalidad del edificio con mástiles de 8 metros como se describen en las mediciones.
- Volumen protegido. Como el pararrayo dispone de dispositivo de cebado, el volumen protegido por la punta se define de la siguiente forma (véase figura):
  - Bajo el plano horizontal situado 5 m por debajo de la punta, el volumen protegido es el de una esfera cuyo centro se sitúa en la vertical de la punta a una distancia D y cuyo radio es:

$$R = D + \Delta L$$

Siendo

- ❖ R el radio de la esfera en m que define la zona protegida
- ❖ D distancia en m que figura en la tabla B.4 en función del nivel de protección
- ❖  $\Delta L$  distancia en m función del tiempo del avance en el cebado  $\Delta t$  del pararrayos en  $\mu s$ . Se adoptará  $\Delta L = \Delta t$  para valores de  $\Delta t$  inferiores o iguales a 60  $\mu s$ , y  $\Delta L = 60$  m para valores de  $\Delta t$  superiores.

Tabla B.4 Distancia D	
Nivel de protección	Distancia D
	m
1	20
2	30
3	45
4	60

Tabla 10. Distancia D.

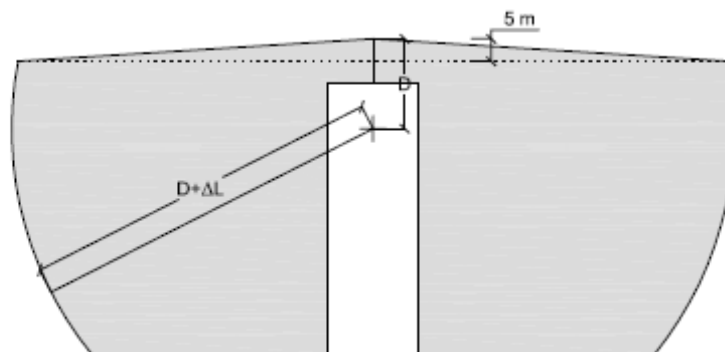


Figura 47. Volumen protegido por pararrayos con dispositivo de cebado.

- Derivadores o conductores de bajada. Los derivadores conducirán la corriente de descarga atmosférica desde el dispositivo captador a la toma de tierra, sin calentamientos y sin elevaciones de potencial peligrosos, por lo que deben preverse:
  - Un conductor de bajada por cada pararrayos con dispositivo de cebado, de cobre electrolítico puro de 70 mm<sup>2</sup>
  - Longitudes de las trayectorias lo más reducidas posible;
  - Conexiones equipotenciales entre los derivadores a nivel del suelo y cada 20 metros.

## 11.2.- SISTEMA INTERNO.

Este sistema comprende los dispositivos que reducen los efectos eléctricos y magnéticos de la corriente de la descarga atmosférica dentro del espacio a proteger.

Se unirá la estructura metálica del edificio, la instalación metálica, los elementos conductores externos, los circuitos eléctricos y de telecomunicación del espacio a proteger y el sistema externo de protección si lo hubiera, con conductores de equipotencialidad o protectores de sobretensiones a la red de tierra.

Cuando no pueda realizarse la unión equipotencial de algún elemento conductor, los conductores de bajada se dispondrán a una distancia de dicho elemento superior a la distancia de seguridad  $d_s$ . La distancia de seguridad  $d_s$  será igual a:

$$d_s = 0,1 \cdot L$$

Siendo  $L$  la distancia vertical desde el punto en que se considera la proximidad hasta la toma de tierra de la masa metálica o la unión equipotencial más próxima.



### **11.3.- RED DE TIERRA.**

La red de tierra será la adecuada para dispersar en el terreno la corriente de las descargas atmosféricas cumpliendo las especificaciones marcadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Su puesta a tierra será independiente y se realizará mediante cable desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, con una resistividad inferior a 10 Ohmios, con un mínimo de 3 electrodos. Se recomienda unir la toma de tierra del pararrayos al sistema de tierras existentes, así como todas las masas metálicas próximas, con el fin de asegurarnos una buena equipotencialidad y de que no se produzcan saltos de chispas al paso del rayo.

### **11.4.- REGLAMENTOS Y NORMAS.**

- CTE-SU8 (Código Técnico de la Edificación). Documento de Seguridad de Utilización. Seguridad Frente al Riesgo causado por la acción del rayo.
- UNE 21 185, “Protección de las estructuras contra el rayo y principios generales”.
- UNE 21 186, Resolución de 24 de julio de 1996 de la Dirección General de Tecnología y Seguridad Industrial, publicada en el BOE 27 de septiembre de 1996, (núm. 234), “Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado”.

En este proyecto se preverá un pararrayos para cubrir la totalidad del edificio. El pararrayos elegido será del tipo con dispositivo de cebado para un NIVEL I con mástil de 6 metros de altura y un radio de acción de 80 metros. Su instalación responderá a las exigencias de la norma SU-8 del Código Técnico de la Edificación.

Este pararrayos irá instalado en la parte más alta del edificio sobre un mástil fijado a muro con piezas de anclaje en “U”.

El sistema tendrá dos conductores de bajada que respetarán las distancias mínimas de seguridad con las masas metálicas cercanas, discurriendo estas bajadas por la fachada exterior.



## **III.- CALCULOS ELECTRICOS.**

### **1.- INSTALACIÓN DE ALTA/MEDIA TENSIÓN.**

La instalación dispone de un Centro de Transformación dotado de un transformador de 400 kVA. Las características del Centro de Transformación son las siguientes:

Tensión Primaria	15,4/20 kV $\pm 5 \pm 7,5\%$
Tensión Secundaria	3×242/420 V
Potencia a Plena Carga disponible	400 kVA
Frecuencia de la corriente alterna senoidal	50 Hz

#### **1.1.- INTENSIDADES A PLENA CARGA.**

##### **1.1.1.- Intensidad en Alta Tensión.**

La intensidad primaria queda determinada por la expresión:

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_1}$$

Donde:

- $I_1$ : intensidad primaria (A).
- S: potencia del transformador (kVA).
- $U_1$ : tensión compuesta primaria en kV.

Obteniéndose el resultado para un transformador:

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_1} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 20} = 11,55 \text{ [A]}$$

### 1.1.2.- Intensidad en Baja Tensión.

Aplicando la siguiente expresión a los parámetros del secundario se obtiene la intensidad en baja tensión:

$$I_2 = \frac{S - W_{FE} - W_{CU}}{\sqrt{3} \cdot U_2}$$

Donde:

- $I_2$ : intensidad secundaria (A).
- S: potencia del transformador (kVA).
- $W_{FE}$ : pérdidas en el hierro.
- $W_{CU}$ : pérdidas en el cobre.
- $U_2$ : tensión compuesta en carga del secundario (kV).

Obteniéndose el resultado para el transformador:

$$I_2 = \frac{S - W_{FE} - W_{CU}}{\sqrt{3} \cdot U_2} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,42} = 549,86 \text{ [A]}$$

## 1.2.- INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA.

### 1.2.1.- Cortocircuito en Alta Tensión.

La intensidad primaria máxima para un cortocircuito en lado de alta tensión se calcula a través de la fórmula:

$$I_{CC1} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde,

- $I_{CC1}$ : intensidad de cortocircuito primaria (kA).

- $S_{CC}$ : potencia de cortocircuito de la red (MVA).
- $U$ : tensión primaria en kV.

Sustituyendo valores tenemos:

$$I_{CC1} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 20} = 14,43 \text{ [kA]}$$

### 1.2.2.- Cortocircuito en Baja Tensión.

La intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión se calcula con la expresión:

$$I_{CC2} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{CC}}{100} \cdot U_s}$$

Donde:

- $I_{CC2}$ : intensidad de cortocircuito secundaria (kA).
- $S$ : potencia del transformador (kVA).
- $U_{CC}$ : Tensión de cortocircuito porcentual del transformador (%).
- $U_s$ : tensión secundaria en carga (V).

De donde tenemos:

$$I_{CC2} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot \frac{U_{CC}}{100} \cdot U_s} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \frac{6}{100} \cdot 420} = 9,16 \text{ [kA]}$$

## 2.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

### 2.1.- CRITERIOS PARA EL CÁLCULO DE LÍNEAS.

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

#### 2.1.1.- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. En la tabla 2 de la ITC-BT-07 se recogen las temperaturas máximas, en °C, asignadas a los distintos tipos de conductores.

Tipo de Aislamiento seco	Temperatura máxima °C	
	Servicio permanente	Cortocircuito $t \leq 5s$
<b>Policloruro de vinilo (PVC)</b> $S \leq 300 \text{ mm}^2$ $S > 300 \text{ mm}^2$	70	160
	70	140
<b>Polietileno reticulado (XLPE)</b>	90	250
<b>Etileno Propileno (EPR)</b>	90	250

#### 2.1.2.- Criterio de la caída de tensión.

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud por ejemplo en derivaciones individuales que alimenten a los últimos pisos en un edificio de cierta altura.

Las caídas de tensión admisibles según el REBT para instalaciones que sean alimentadas desde alta tensión y que posean ellas su propio centro de transformación, según ITC-BT 19, entre las bornas de baja tensión y el punto final donde termina la línea, son del 4% para el alumbrado y 6.5% el resto.

### 2.1.3.- Criterio de la intensidad de cortocircuito.

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 160°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables. Este criterio, aunque es determinante en instalaciones de alta y media tensión no lo es en instalaciones de baja tensión ya que por una parte las protecciones de sobreintensidad limitan la duración del cortocircuito a tiempos muy breves, y además las impedancias de los cables hasta el punto de cortocircuito limitan la intensidad de cortocircuito.

### 2.2.- CÁLCULO DE LÍNEAS.

Las fórmulas aplicadas para la acometida en Alta Tensión y para los transformadores de potencia han sido deducidas del diagrama del transformador reducido al secundario, por ello están en función de la tensión secundaria entre fases  $U_2$ .

En el formulario adjunto utilizado se representa por:

- $Z_{f2}$  = Impedancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ( $m\Omega$ ).
- $R_{f2}$  = Resistencia óhmica de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ( $m\Omega$ ).
- $X_{f2}$  = Reactancia de fase del elemento conductor resultante en miliohmios ( $m\Omega$ ).
- $P_{cc1}$  = Potencia de cortocircuito en la acometida de A.T., dada en MVA.
- $U_1$  = Tensión compuesta de la acometida de A.T., dada en kV.
- $U_2$  = Tensión compuesta del secundario asignada en placa (B.T.) de transformadores, dada en Voltios.
- $P_t$  = Potencia nominal del transformador, dada en kVA.
- $V_{cc}$  = Tensión de cortocircuito del transformador, dada en %.



- $W_c$  = Pérdidas totales en el cobre para los devanados del transformador obtenidas en el ensayo de cortocircuito, dadas en Vatios.
- $L$  = Longitud del circuito, dada en metros.
- $N$  = Número de conductores por fase que constituyen el circuito.
- $S$  = Sección del conductor utilizado para el circuito, dado en milímetros cuadrados ( $\text{mm}^2$ ).
- $r_e$  = Resistencia específica del conductor a la temperatura de  $70^\circ \text{C}$ , dada en ohmios/kilómetro ( $\Omega/\text{km}$ ).
- $x_e$  = Reactancia específica del conductor, dada en ohmios/kilómetro ( $\Omega/\text{km}$ ).
- $e_{R2}$  = Caída de tensión por fase en la resistencia óhmica bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.
- $e_{X2}$  = Caída de tensión por fase en la reactancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.
- $e_{Z2}$  = Caída de tensión por fase en la impedancia bajo la intensidad de plena carga, obtenida en Voltios.
- $\cos\phi$  = Factor de potencia de la carga.
- $e_2\%$  = Caída de tensión por fase en %.
- $V_2$  = Tensión simple de fase en secundario (B.T.) de transformadores según placa, dada en Voltios.
- $V_c$  = Tensión simple de fase en bornas de la carga, dada en Voltios.
- $V_{co}$  = Tensión simple de fase en las bornas de B.T. de transformadores a plena carga, dada en Voltios, y que se toma como origen para el cálculo de las caídas de tensión.
- $I_{cc2}$  = Intensidad de cortocircuito trifásico máximo (valor eficaz), dado en kiloamperios (kA).
- $I_z$  = Intensidad máxima admisible por el circuito utilizado, calculada según R.E.B.T., dada en Amperios.





- $I_b$  = Intensidad aparente por fase obtenida para la potencia instalada, dada en Amperios.
- $I_{c2}$  = Intensidad aparente por fase obtenida como de plena carga en aplicación de los coeficientes de simultaneidad, dada en Amperios.
- $t$  = Tiempo máximo que puede mantenerse el circuito utilizado en servicio, sometido a la  $I_{cc2}$  calculada para él en el punto del cortocircuito. Su valor viene dado en segundos.
- $N_{cp}$  = Número de conductores del CP en el circuito o tramo considerado.
- $S_{cp}$  = Sección del conductor CP utilizado para el circuito, dada en milímetros cuadrados ( $\text{mm}^2$ ).
- $r_{e-cp}$  = Resistencia específica del CP a la temperatura de  $70^\circ\text{C}$ , dada en ohmios/kilómetro ( $\Omega/\text{km}$ ).
- $x_{e-cp}$  = Reactancia específica del CP dada en ohmios/kilómetro ( $\Omega/\text{km}$ ).
- $Z_{cp}$  = Impedancia de CP del elemento conductor resultante en miliohmios ( $\text{m}\Omega$ ).
- $R_{cp}$  = Resistencia óhmica de CP del elemento conductor resultante en miliohmios ( $\text{m}\Omega$ ).
- $X_{cp}$  = Reactancia de CP del elemento conductor resultante en miliohmios ( $\text{m}\Omega$ ).
- $Z_s$  = Impedancia del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la de la fase y la del CP hasta el punto de defecto, dada en miliohmios ( $\text{m}\Omega$ ).
- $R_s$  = Resistencia óhmica del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la de la fase y la del CP hasta el punto de defecto, dada en miliohmios ( $\text{m}\Omega$ ).
- $X_s$  = Reactancia del bucle de defecto, incluyendo la de la fuente, la de la fase y la del CP hasta el punto de defecto, dada en miliohmios ( $\text{m}\Omega$ ).
- $I_z$  = Intensidad máxima admisible por el circuito utilizado, calculada según REBT, dada en amperios.
- $I_r$  = Intensidad regulada para el disparo de “largo retardo” en el relé de corte automático.



- $I_a$  = Intensidad de corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de corte automático.
- $I_m$  ( $I_d$ ) = Intensidad regulada para el disparo de “corto retardo” en el relé de corte automático.
- $U_C$  = Tensión de contacto calculada en voltios eficaces corriente alterna.

### 3.- CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

#### 3.1.- DATOS DEL PROYECTO.

Para la realización de los cálculos luminotécnicos, es necesario el disponer de unos datos de partida:

- Dimensiones físicas del local: longitud, anchura, altura total, altura de colocación de las luminarias (1.85 m respecto al plano de trabajo), altura del plano de trabajo (0.85 m del suelo, o en el caso de las zonas de paso, a la altura del suelo).
- Características constructivas: estimación de las reflectancias de paredes, techo y suelo en función de los materiales y los colores empleados. Para ello, se emplea la clasificación según la norma UNE-48103:2002 sobre los colores normalizados.
- Condicionantes luminotécnicos: los niveles de luminancia media serán correspondientes con la actividad a desarrollar en cada zona. Según el CTE en su apartado DB SU 4, se establece un nivel de iluminancia medio medido a nivel de suelo.
- Por otro lado, según el nuevo Código Técnico de Edificación (que entrará en vigor el año 2010), en el Documento Básico HE sección Eficiencia Energética en las instalaciones de iluminación se establecen una serie de requisitos a cumplir:
  - Cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación VEEI. El valor de VEEI se calculará a partir de la expresión:

$$VEEI = \frac{(100 \cdot P)}{S \cdot E_m}$$

Siendo:

P: potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W]

S: la superficie iluminada [m<sup>2</sup>]

E<sub>m</sub>: la iluminancia media horizontal mantenida [lux]



Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:

- ❖ Grupo 1: Zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética.
- ❖ Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la siguiente tabla. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
1 zonas de no representación	administrativo en general	3,5
	andenes de estaciones de transporte	3,5
	salas de diagnóstico <sup>(4)</sup>	3,5
	pabellones de exposición o ferias	3,5
	aulas y laboratorios <sup>(2)</sup>	4,0
	habitaciones de hospital <sup>(3)</sup>	4,5
	zonas comunes <sup>(1)</sup>	4,5
	almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	aparcamientos	5
	espacios deportivos <sup>(5)</sup>	5
	recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
2 zonas de representación	administrativo en general	6
	estaciones de transporte <sup>(6)</sup>	6
	supermercados, hipercorrientes y grandes almacenes	6
	bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	centros comerciales (excluidas tiendas) <sup>(9)</sup>	8
	hostelería y restauración <sup>(8)</sup>	10
	religioso en general	10
	salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias <sup>(7)</sup>	10
	tiendas y pequeño comercio	10
	zonas comunes <sup>(1)</sup>	10
	habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

Tabla 11. Valores límite de eficiencia energética de la instalación.

- Comprobación de la existencia de un sistema de control y, en su caso, de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, cumpliendo que:
  - ❖ toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de regulación, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización;
  - ❖ se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas

bajo un lucernario, bajo los siguientes casos; cuando éstas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- ❖ Índice de deslumbramiento unificado (UGR): es el índice de deslumbramiento molesto procedente directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior, definido en la publicación CIE. La fórmula para calcular el valor de UGR es la siguiente:

$$UGR = 8 \cdot \log \left[ \left( \frac{0,25}{L_b} \right) \cdot \sum \left( \frac{L \cdot \omega}{p} \right) \right]$$

donde:

$L_b$  = luminancia de fondo (cd/m<sup>2</sup>).

$L$  = luminancia de las partes luminosas de cada luminaria en la dirección del ojo del observador (cd/m<sup>2</sup>).

$\omega$  = ángulo sólido trazado por las partes luminosas de cada luminaria en el ojo del observador (estereorradián).

$p$  = índice de posición para cada luminaria, que se relaciona con el desplazamiento de la zona de visión (índice de posición Guth para cada luminaria).

La evaluación más exacta del deslumbramiento se logra mediante la aplicación directa de la fórmula UGR para la instalación considerada, para la cual se requiere un programa de ordenador.

Se puede obtener un valor de UGR más simple aunque no tan exacto utilizando las tablas de deslumbramiento UGR estándar.

Estas tablas proporcionan el valor UGR calculado para diferentes situaciones estándar y para distintos tipos de luminarias. Una desventaja de estas tablas es que no es posible clasificar las luminarias. Por esta razón, se han desarrollado las curvas de limitación UGR.

Las curvas de limitación del deslumbramiento calculadas utilizando el método UGR son ligeramente diferentes a las curvas de limitación del deslumbramiento. Las mismas comprenden cinco



líneas en lugar de ocho, y el rango de luminancias abarcado es considerablemente mayor.

El rendimiento en color de las lámparas es una medida de la calidad de reproducción de los colores. Se mide con el Índice de Rendimiento del Color (IRC o Ra) que compara la reproducción de una muestra normalizada de colores iluminada con una lámpara con la misma muestra iluminada con una fuente de luz de referencia.

Mientras más alto sea este valor mejor será la reproducción del color, aunque a costa de sacrificar la eficiencia y consumo energéticos.

Para el cálculo de UGR e IRC, emplearemos directamente el uso de una herramienta informática.

### **3.2.- CÁLCULO LUMINOTÉCNICO MEDIANTE APLICACIÓN INFORMÁTICA.**

A continuación, se realizarán los cálculos luminotécnicos por medio de una aplicación informática, de donde se obtendrán directamente los valores requeridos por el CTE H3.

### 3.2.1.- Despachos.

A continuación se muestra las luminarias utilizadas para la iluminación de los despachos:

2 Pieza ORNALUX YVC336 Pantalla Joya Visión para lámparas fluorescentes compactas  
Nº de artículo: YVC336  
Flujo luminoso de las luminarias: 8700 lm  
Potencia de las luminarias: 135.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 71 100 100 98 69  
Armamento: 3 x TC-L / 2G11 (Factor de corrección 1.000).

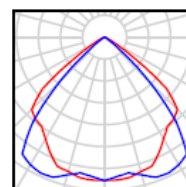
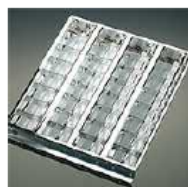


Figura 48. Luminaria utilizada en los despachos.

La siguiente figura muestra los valores correspondientes al Índice de Deslumbramiento Unificado.

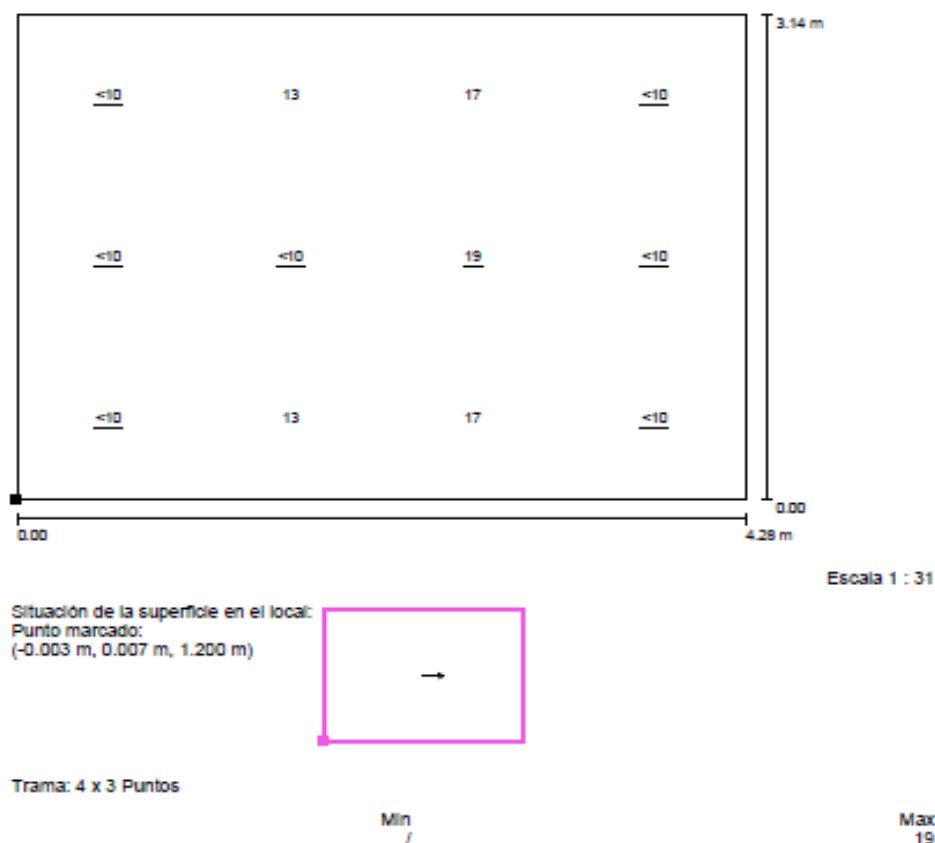


Figura 49. Valores de UGR.



Los resultados luminotécnicos y el gráfico de valores correspondientes a los despachos son los siguientes:

Flujo luminoso total: 17400 lm  
Potencia total: 270.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

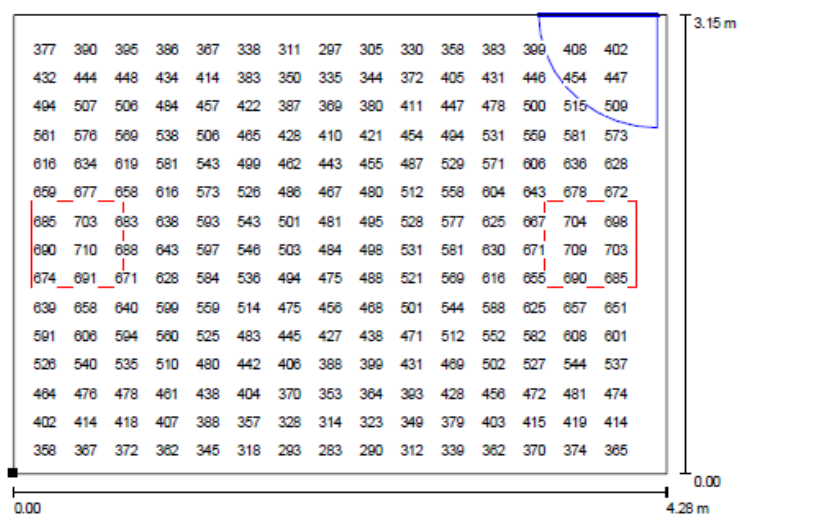
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	376	112	488	/	/
Suelo	278	107	385	20	24
Techo	0.00	111	111	70	25
Pared 1	94	101	196	50	31
Pared 2	198	98	296	50	47
Pared 3	86	101	187	50	30
Pared 4	211	97	307	50	49

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.565 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.388 (1:3)

Valor de eficiencia energética:  $20.05 \text{ W/m}^2 = 4.11 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $13.47 \text{ m}^2$ )



No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:  
(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
488

$E_{\min}$  [lx]  
276

$E_{\max}$  [lx]  
711

$E_{\min} / E_m$   
0.565

$E_{\min} / E_{\max}$   
0.388

Figura 50. Gráfico de valores de los despachos.

### 3.2.2.- Sala de Autopsias.

A continuación se muestra las luminarias utilizadas para la iluminación de la Sala de Autopsias:

14 Pieza Philips TBS324 2xTL-D36W HFP C5 GT  
Nº de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 6700 lm  
Potencia de las luminarias: 72.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 97 100 100 64  
Armamento: 2 x TL-D36W/840 (Factor de corrección 1.000).

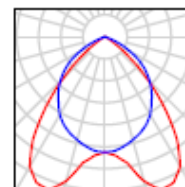
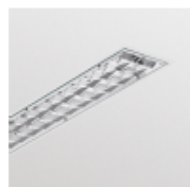


Figura 51. Luminaria utilizada en la Sala de Autopsias.

La siguiente figura muestra los valores correspondientes al Índice de Deslumbramiento Unificado.

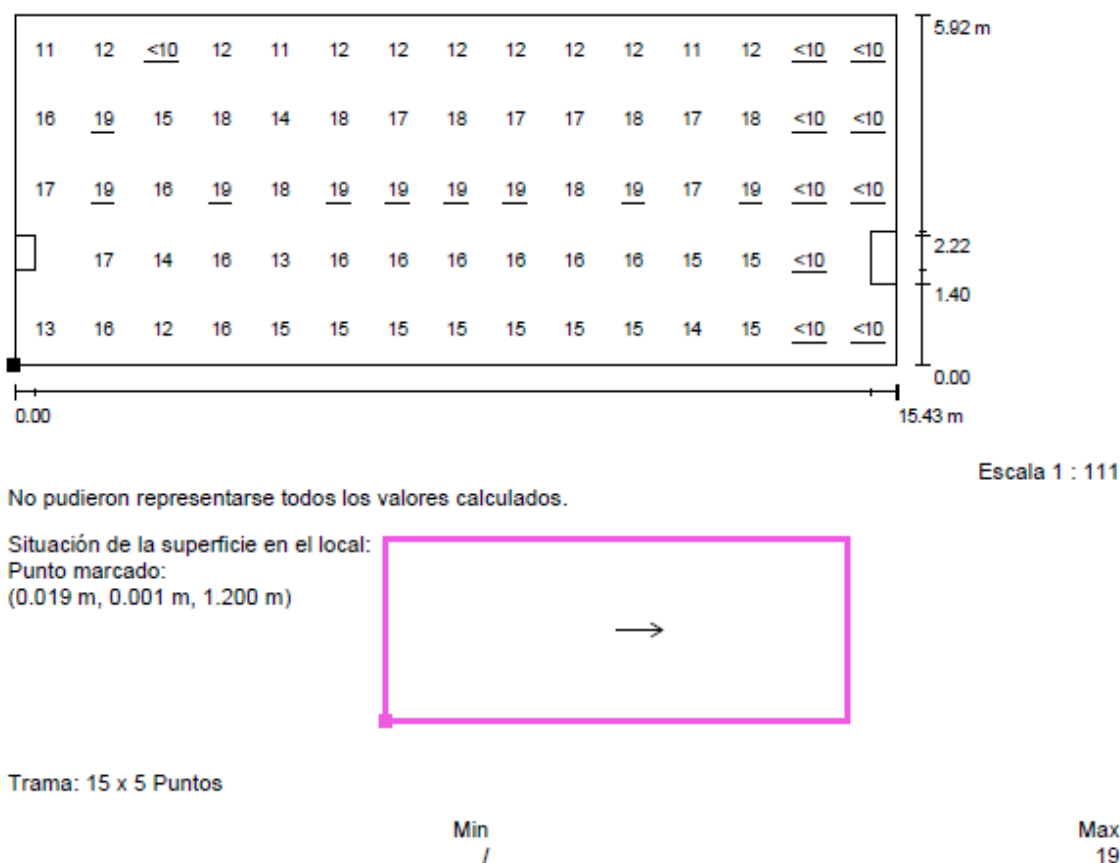


Figura 52. Valores de UGR.

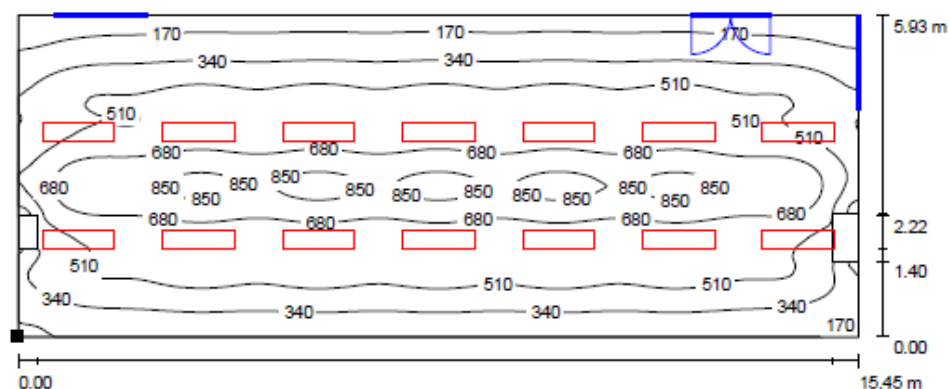
Los resultados luminotécnicos y el gráfico de valores correspondientes a la Sala de Autopsias son los siguientes:

Flujo luminoso total: 93800 lm  
Potencia total: 1008.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	438	59	496	/	/
Suelo	392	65	457	20	29
Techo	0.00	81	81	70	18
Pared 1	61	70	132	50	21
Pared 2	41	54	96	50	15
Pared 2_1	109	66	175	50	28
Pared 3	35	70	105	50	17
Pared 4	106	64	170	50	27
Pared 4_1	70	58	128	50	20

Simetrías en el plano útil  
 $E_{min} / E_m$ : 0.139 (1:7)  
 $E_{min} / E_{max}$ : 0.077 (1:13)

Valor de eficiencia energética:  $11.00 \text{ W/m}^2 = 2.22 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $91.60 \text{ m}^2$ )



Valores en Lux, Escala 1 : 111

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
496

$E_{min}$  [lx]  
69

$E_{max}$  [lx]  
890

$E_{min} / E_m$   
0.139

$E_{min} / E_{max}$   
0.077

Figura 53. Gráfico de valores de la Sala de Autopsias.

### 3.2.3.- Biblioteca.

A continuación se muestra las luminarias utilizadas para la iluminación de la biblioteca:

11 Pieza Zumtobel 42 173 973 CLEAN S-W 3/35W T16  
ESG [STD]  
Nº de artículo: 42 173 973  
Flujo luminoso de las luminarias: 9900 lm  
Potencia de las luminarias: 116.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 54 87 98 100 72  
Armamento: 3 x T16 (Factor de corrección  
1.000).

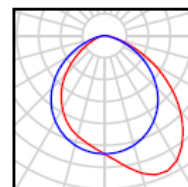
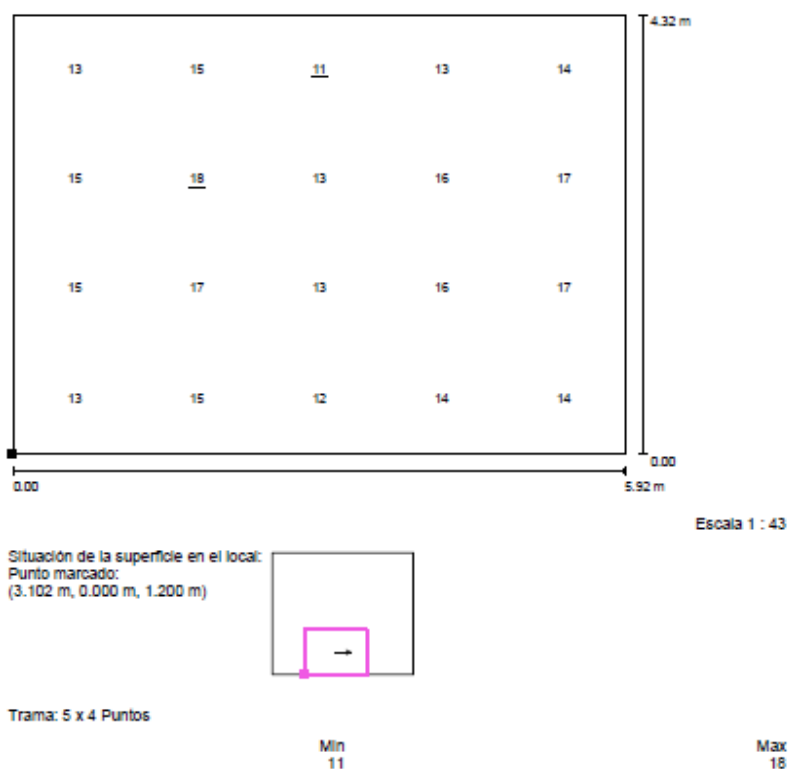
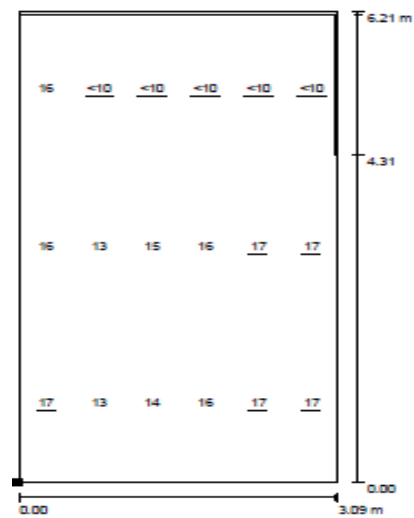


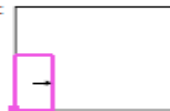
Figura 54. Luminarias utilizadas en la biblioteca.

Las siguientes tablas muestran los valores correspondientes al Índice de Deslumbramiento Unificado.





Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(0.000 m, 0.000 m, 1.200 m)

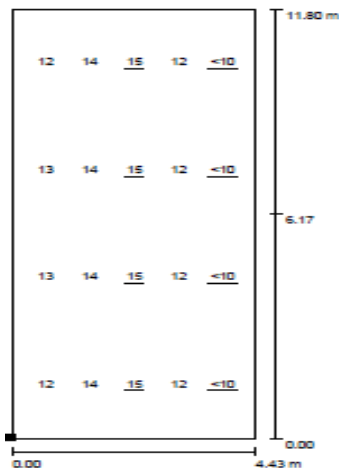


Trama: 3 x 6 Puntos

Min  
f

Max  
17

Escala 1 : 49



No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(9.000 m, 0.000 m, 1.200 m)



Trama: 4 x 11 Puntos

Min  
f

Max  
15

Escala 1 : 93

Figura 55. Valores de UGR.

Los resultados luminotécnicos y el gráfico de valores correspondientes a la biblioteca son los siguientes:

Flujo luminoso total: 108900 lm  
Potencia total: 1276.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	435	112	548	/	/
Suelo	364	115	479	20	31
Techo	0.02	121	121	70	27
Pared 1	130	100	230	50	37
Pared 2	368	120	488	50	78
Pared 3	134	132	267	50	42
Pared 4	118	88	206	50	33

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.399 (1:3)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.237 (1:4)

Valor de eficiencia energética:  $8.05 \text{ W/m}^2 = 1.47 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $158.42 \text{ m}^2$ )

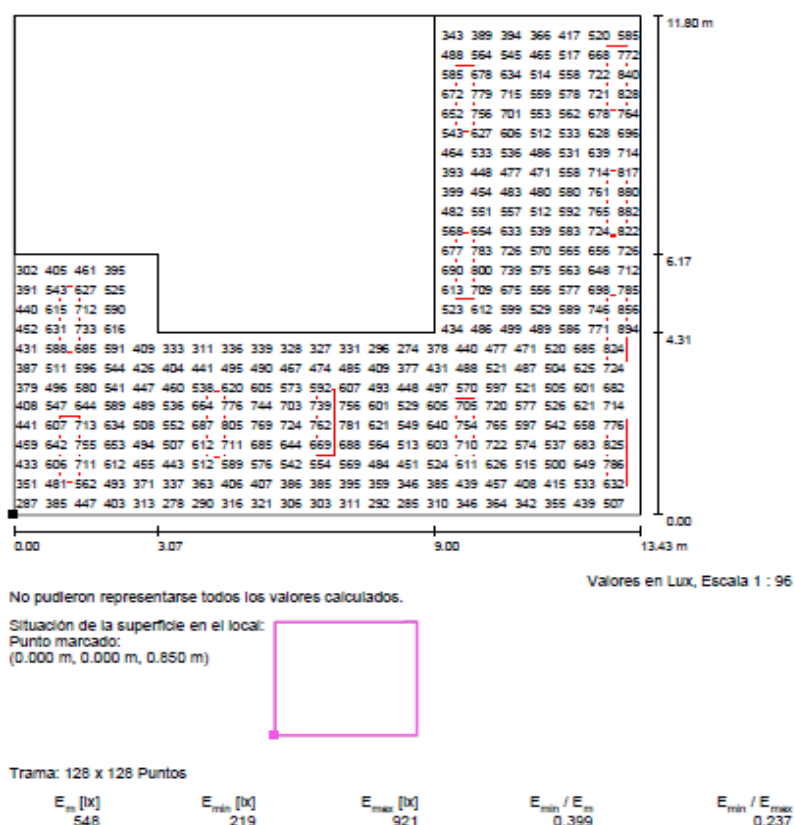


Figura 56. Gráfico de valores de la biblioteca.

### 3.2.4.- Sala de Espera.

A continuación se muestra la luminaria utilizada para la iluminación de la Sala de Espera:

10 Pieza Philips FBS120 2xPL-C/2P26W L  
Nº de artículo:  
Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm  
Potencia de las luminarias: 65.6 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 80 99 100 100 55  
Armamento: 2 x PL-C/2P26W/840 (Factor de corrección 1.000).

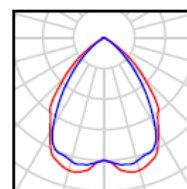


Figura 57. Luminaria utilizada en la Sala de Espera.

La siguiente figura muestra los valores correspondientes al Índice de Deslumbramiento Unificado.

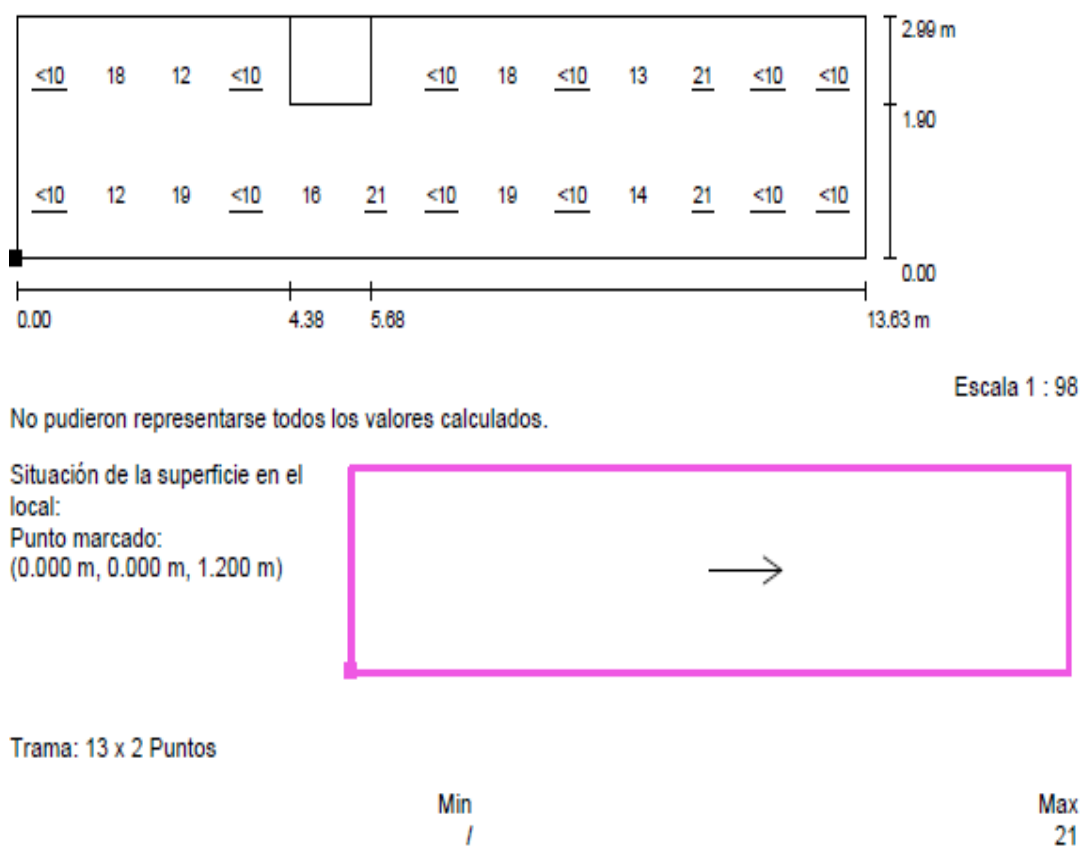


Figura 58. Valores de UGR.

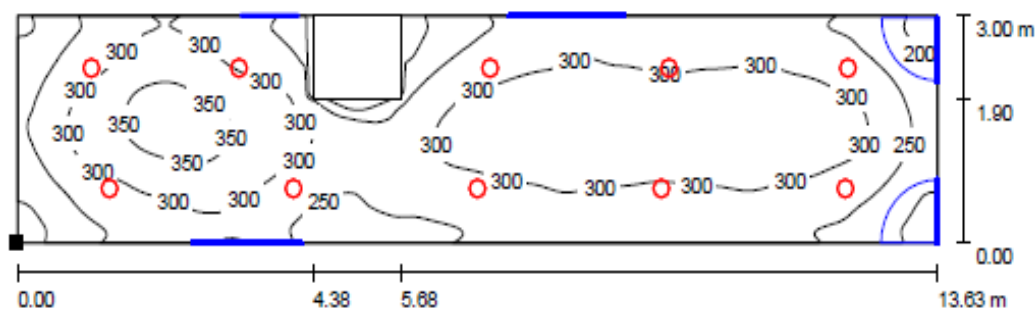
Los resultados luminotécnicos y el gráfico de valores correspondientes a la Sala de Espera son los siguientes:

Flujo luminoso total: 36000 lm  
Potencia total: 656.0 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	227	58	285	/	/
Suelo	227	58	285	20	18
Techo	0.00	58	58	70	13
Pared 1	72	55	127	50	20
Pared 2	37	53	90	50	14
Pared 3	85	57	142	50	23
Pared 3_1	75	54	129	50	20
Pared 4	51	57	109	50	17

Simetrías en el plano útil  
 $E_{min} / E_m$ : 0.574 (1:2)  
 $E_{min} / E_{max}$ : 0.436 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $16.05 \text{ W/m}^2 = 5.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $40.87 \text{ m}^2$ )



Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 98



Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
285

$E_{min}$  [lx]  
164

$E_{max}$  [lx]  
375

$E_{min} / E_m$   
0.574

$E_{min} / E_{max}$   
0.436

Figura 59. Gráfico de valores de la Sala de Espera.



3.2.5.- Pasillo.

A continuación se muestra las luminarias utilizadas para la iluminación de los Pasillos:

5 Pieza      Philips FBS120 2xPL-C/2P26W L  
 N° de artículo:  
 Flujo luminoso de las luminarias: 3600 lm  
 Potencia de las luminarias: 65.6 W  
 Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 80 99 100 100 55  
 Armamento: 2 x PL-C/2P26W/840 (Factor de corrección 1.000).

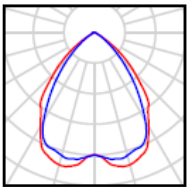


Figura 60. Luminaria utilizada en los Pasillos.

La siguiente tabla muestra los valores correspondientes al Índice de Deslumbramiento Unificado.

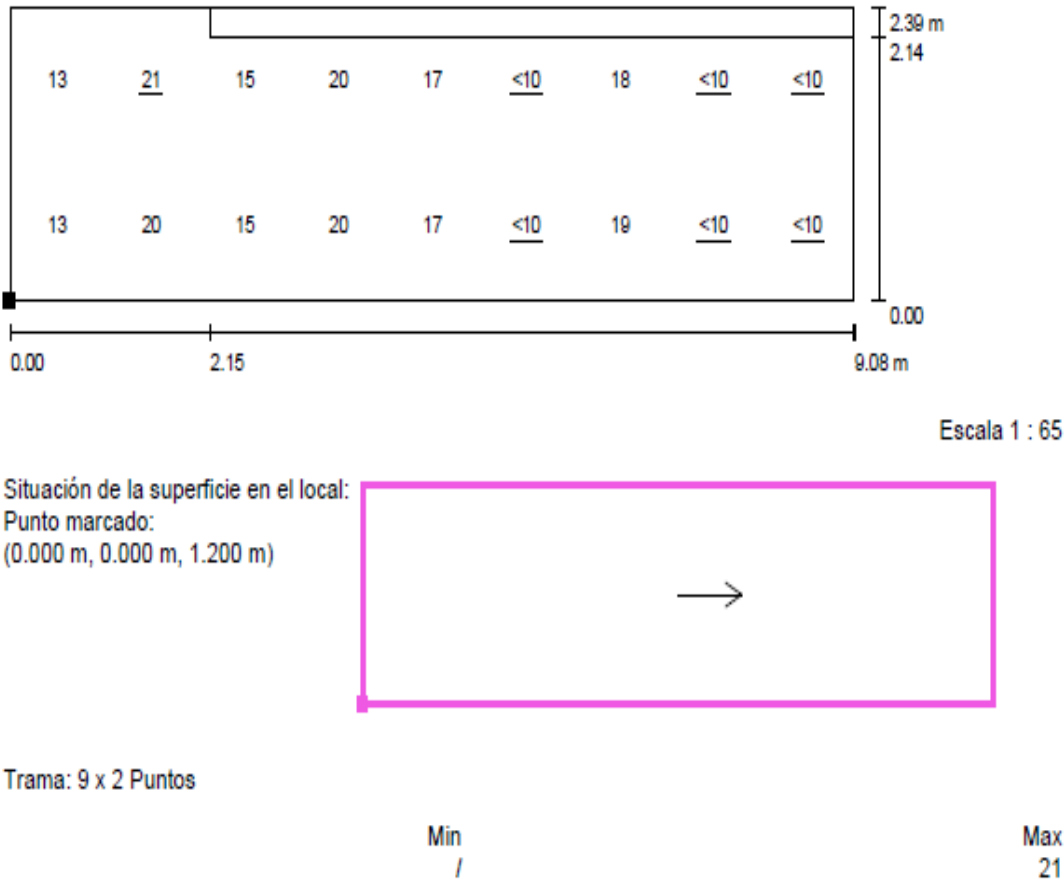


Tabla 61. Valores de UGR.

Los resultados luminotécnicos y el gráfico de valores correspondientes a los Pasillos son los siguientes:

Flujo luminoso total: 18000 lm  
Potencia total: 328.0 W  
Zona marginal: 0.000 m

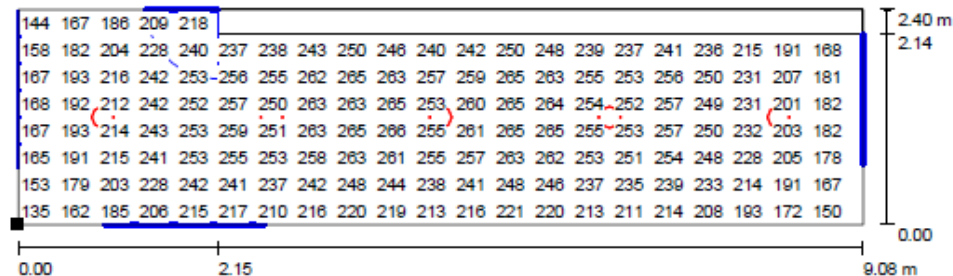
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	176	52	228	/	/
Suelo	176	52	228	20	15
Techo	0.00	45	45	70	10
Pared 1	49	48	97	50	15
Pared 2	30	42	71	50	11
Pared 3	41	44	85	50	14
Pared 4	24	40	64	50	10

Simetrías en el plano útil

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.539 (1:2)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.461 (1:2)

Valor de eficiencia energética:  $15.05 \text{ W/m}^2 = 6.60 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $21.79 \text{ m}^2$ )



No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)

Trama: 128 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
228

$E_{\min}$  [lx]  
123

$E_{\max}$  [lx]  
267

$E_{\min} / E_m$   
0.539

$E_{\min} / E_{\max}$   
0.461

Figura 62. Gráfico de valores de los Pasillos.

#### 4.- CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto  $V_d$  generará una corriente  $I_d$  de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la  $V_d$  pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión máxima de contacto  $U_L$  a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto  $I_{mc}$ . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE:  $U_L = 65V$  e  $I_{mc} = 50\text{ mA}$ , lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo)  $R_m = 65/0,05 = 1.300\ \Omega$ .

El R.E.B.T. toma como límite para la tensión de contacto ( $U_c$ ) 50V (en vez de 65V) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a  $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5\text{ mA}$ ; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto  $V_d$ , de lugar a una corriente  $I_d$  suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,4 segundos, para una tensión no superior a 230 voltios (ITC-BT-24).

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto  $U_c$  superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto  $I_d$  sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos cables podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18 apartado 3.4. del R.E.B.T., o

bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1 referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

#### **4.1.- RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN DE ALTA TENSIÓN.**

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de A.T., puestas a tierra de seccionadores de p.a.t., cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en A.T. y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.

El mallazo será electrosoldado con redondo de 4 mm de diámetro, formando una retícula de 30×30 cm que se instalará en todo el CT, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a 10  $\Omega$ , estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima de 15 metros, para considerarse independiente.

Para los cálculos a realizar se han empleado las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

Para este sistema de red de puesta a tierra se ha elegido el electrodo identificado por el método UNESA con el código 5/44, constituido por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Las picas tendrán un diámetro de 14 mm y una longitud de 4 metros. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0.5 metros, siendo la separación entre cada pica y la siguiente será de 6 metros. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 18 metros.

Los parámetros característicos de esta configuración serán:

- $K_R = 0,0572 \Omega / (\Omega m)$
- $K_P = 0,00919 V / (\Omega mA)$

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado sección de 120 mm<sup>2</sup> de 0,6/1 kV y canalizado en tubo aislante flexible de 160 mm. de diámetro enterrado y con cinta de señalización.

#### 4.2.- RED DE PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

- Neutros de estrella en B.T. de transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.
- Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores.
- Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIE-RAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08.

Para este sistema de red de puesta a tierra se ha elegido el electrodo identificado por el método UNESA con el código 60-40/5/84, es decir, las 8 picas se distribuirán en una cuadrícula de 6x4 metros, donde dichas picas miden 4m. de longitud 14 mm. de diámetro y están enterradas 50cm. Los parámetros característicos de esta configuración son los siguientes:

- $K_R = 0,057 \Omega / (\Omega m)$
- $K_P = 0,0115 V / (\Omega mA)$

Una vez realizadas, se preverá su interconexión de la siguiente forma:

- Los neutros de transformadores quedarán unidos entre sí en la barra general de neutros del CGBT, a través del disyuntor de B.T. de cada uno de ellos.
- La de los generadores de corriente alterna lo harán, de igual forma, cuando les corresponda suplir al suministro normal y acoplarse al CGBT para dar el suministro complementario.
- La de autoválvulas, limitadores o descargadores se enlazarán entre sí, quedando unida a la barra de neutros del CGBT a través de un puente de comprobación propio.

La resistencia de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a  $8\Omega$ , y del conjunto de todas las susceptibles de funcionar normalmente acopladas de  $2\Omega$ .

#### **4.3.- RED DE PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO**

Enlazará entre sí la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizará con conductores de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado a una profundidad de 80 cm por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con  $\varnothing$  1,4 cm y longitud 200 cm. Se instalarán en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra entre 400 y 600 cm. En el hincado de las picas se cuidará no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores 62×50 cm de planta y 25 cm de profundidad. Irá rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigón con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm, provista de asidero plegable para su registro. En el interior de estas arquetas se instalará un punto de puesta a tierra formado por pletinas de cobre cadmiado de 25×4 cm con puente de comprobación y fijadas a la arqueta sobre aisladores de apoyo.

Se deberán dejar previstas arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT, permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de p.a.t. tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizados en tubo aislante.

#### **4.4.- RED DE PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN BAJA TENSIÓN.**

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra, intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión.
- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Todas las masas metálicas significativas del edificio.
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los  $2\Omega$ .

Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión.

- Red de protección de Servicio.
- Red unificada de protección BT/Estructura.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizará en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TT o en TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

Para la red de puesta a tierra de protección de baja tensión el sistema UNESA usado es al igual que en alta tensión, es decir se usará la configuración 5/44, la cual ya esta explicada en el apartado de alta tensión.

Asimismo y con el fin de analizar el tipo de electrodo necesario en cada caso, así como distribuirlos adecuadamente manteniendo las distancias para considerarlas como tomas de tierras independientes, al comienzo de las obras el instalador estará obligado a realizar las medidas pertinentes de las resistividades de los terrenos disponibles, utilizando para ello el “Método de Wenner”.

#### **4.5.- ENLACE ENTRE LAS REDES ESTABLECIDAS.**

Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio o edificios a los que suministra energía eléctrica, será muy difícil (por no afirmar imposible) que en la construcción práctica del CT los herrajes que forman parte de la Red de Protección en A.T. (incluida la malla del suelo) no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantice el aislamiento adecuado con la Red de Estructura de los edificios. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección B.T./Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que proporcionará por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2 ohmios (condición imprescindible), y además, estudiada la conveniencia de establecer un regimen de Neutro TN-S para el cual la resistencia global de la barra de neutros del CGBT también reglamentariamente tiene que ser igual o inferior a 2 ohmios, se deduce que, sea cual fuere la  $R_t$  del CT, su unificación con las restantes redes en los puentes de comprobación dará como resultado una Resistencia Global de Puesta a Tierra igual o inferior a 2 ohmios. Esto quiere decir que para corrientes de defecto ( $I_d$ ) iguales o inferiores a 500 A, el valor de la tensión de defecto transferida no superará a  $V_d = 1000$  V, que es la condición a cumplir imprescindiblemente para mantener la unificación mencionada para un Centro de Transformación de tercera categoría ( $I_{cc} \leq 16$  kA) con acometida subterránea.

El valor de  $I_d \leq 500$  A deberá ser garantizado por la Compañía Suministradora en función de las condiciones que para el estado del Neutro tenga la red de A.T. con la que suministrará acometida al Centro de Transformación.





- $A_e$ : superficie de captura equivalente del edificio aislado en  $m^2$ , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia  $3H$  de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo  $H$  la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- $C_1$ : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.

**Tabla 1.1 Coeficiente  $C_1$**

Situación del edificio	$C_1$
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Tabla 12. Coeficiente  $C_1$ .

Aplicando la expresión a nuestro edificio tenemos:

Edificio	$N_g$	$A_e (m^2)$	$C_1$	$N_e$
Hospital	1,5	18.065	1	<b>0,02719</b>

Tabla 13. Cálculo de Frecuencia esperada de impacto.

### 5.3.- RIESGO ADMISIBLE ( $N_a$ ).

El riesgo admisible se puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Siendo:

- $C_2$  coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2
- $C_3$  coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3;
- $C_4$  coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4;
- $C_5$  coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.



**Tabla 1.2 Coeficiente C<sub>2</sub>**

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

**Tabla 1.3 Coeficiente C<sub>3</sub>**

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

**Tabla 1.4 Coeficiente C<sub>4</sub>**

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

**Tabla 1.5 Coeficiente C<sub>5</sub>**

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 14. Coeficientes C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> y C<sub>5</sub>.

Aplicándolo a nuestro edificio obtenemos los valores:

Edificio	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	N <sub>a</sub>
	1	1	3	5	<b>0,00037</b>

Tabla 15. Cálculo del Riesgo Admisible.

## 5.4.- CONCLUSIÓN DEL CALCULO.

Por tanto de los cálculos anteriores se deduce que:

Edificio	N <sub>e</sub>	N <sub>a</sub>	Protección
	<b>0,02719</b>	<b>0,00037</b>	SI

Tabla 16. Valores Cálculados.

Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, cuya eficacia E será como mínimo:

$$E = 1 - N_a / N_e$$

Obteniendo los valores:

Edificio	N <sub>e</sub>	N <sub>a</sub>	E
	0,02719	0,00037	<b>0,98639</b>

Tabla 17. Eficiencia Requerida.



Según los valores obtenidos de eficacia en el edificio, y aplicando la tabla 2.1, tenemos el nivel de protección.

Tabla 2.1 Componentes de la instalación	
<i>Eficiencia requerida</i>	<i>Nivel de protección</i>
$E > 0,98$	1
$0,95 < E < 0,98$	2
$0,80 < E < 0,95$	3
$0 < E < 0,80$	4

Tabla 18. Nivel de Protección.



## **IV.- PLIEGO DE CONDICIONES.**

### **1.- GENERALIDADES.**

Al constituir las instalaciones eléctricas que aquí se contemplan un capítulo del Proyecto General, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente del mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

#### **1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Electricidad, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

#### **1.2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS.**

La Empresa Instaladora (EI) cuya clasificación ha de ser Categoría Especial (IBTE) según la ITC-BT-03 del R.E.B.T., estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (clemas, bornas, tornillería, soportes, conectores, cinta aislante, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, ajustar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de maquinaria, zanjas, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conllevan esta clase de instalaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y funcionando.

### **1.3.- PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.**

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de Centros de Transformación, Cuadros Generales de Baja Tensión, Grupo Electrónico, arquetas de obra, dados de hormigón para báculos de alumbrado público, etc.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.

La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF.

### **1.4.- MODIFICACIONES AL PROYECTO Y CAMBIO DE MATERIALES.**

En cumplimiento de la ITC-BT-04 apartado 5.1, la EI está obligada a notificar a la DF y EC, antes del comienzo de la obra, cualquier circunstancia por la que el Proyecto no se ajuste al R.E.B.T. cuando este sea el caso. De existir discrepancias que prevalecen en las interpretaciones, ambas partes someterán la cuestión al órgano competente de la Comunidad Autónoma, para que éste resuelva en el más breve plazo de tiempo posible. Asimismo la EI podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el desarrollo de las instalaciones o materiales del presente Proyecto, siempre que esta esté debidamente justificada y su presentación se realice siguiendo los mismos criterios y símbolos de representación utilizados en éste. La aprobación quedará a criterio de la DF.

Las variaciones que, por cualquier causa sean necesarias realizar al Proyecto, siempre serán pedidas por la DF durante el transcurso del montaje, debiendo ser valoradas por la EI y presentadas como adicional, con precios unitarios de la oferta base o contradictorios, para aprobación previa a su realización.

### **1.5.- VIBRACIONES Y RUIDOS.**

En el montaje de maquinaria y equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de

carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y maquinaria sometida a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

## **1.6.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES.**

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los cuadros eléctricos y equipos. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado al elemento correspondiente. Podrán ser del tipo grabado (interruptores de cuadros generales y principales de planta) o del tipo "Leyenda de Cuadro"; asignando un número a cada interruptor y estableciendo una leyenda general con el destino de cada uno de ellos. Estos números de identificación de interruptores, corresponderán con el asignado al circuito eléctrico de distribución en planta. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables de mando y potencia en cuadros eléctricos y registros principales en el trazado de montantes eléctricas. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros para escritura indeleble a mano, fijados mediante bridas de cremallera, así como números de collarín para conductores en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas de mando y potencia utilizados para el montaje definitivo.

Todos los cuadros eléctricos y equipos, especialmente los que consumen energía eléctrica, deberán llevar una placa con el nombre del fabricante, características técnicas, número de fabricado y fecha de fabricación.

La fijación de las diferentes identificaciones se realizará de la forma más conveniente según su emplazamiento, pero siempre segura y en lugar bien visible.

## **1.7.- PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE LAS INSTALACIONES.**



En cumplimiento con las ITC-BT-04 e ITC-BT-05, antes de la entrega de las instalaciones eléctricas, la EI está obligada a realizar las verificaciones y pruebas de las mismas que sean oportunas.

Para la realización de estas pruebas será necesario que las instalaciones se encuentren terminadas de conformidad con el Proyecto y modificaciones aprobadas por la DF en el transcurso del montaje, así como puesta a punto, regulada, limpia e identificada por la EI.

Será imprescindible, para ciertas pruebas, que la acometida eléctrica sea la definitiva.

La EI deberá suministrar todo el equipo y personal necesario para efectuar las pruebas en presencia de la DF o su representante.

Las pruebas a realizar, sin perjuicio de aquellas otras que la DF pudiera solicitar en cada caso, serán las siguientes:

- Todos los electrodos y placas de puesta a tierra. La de herrajes del centro de transformación será independiente.
- Resistencia de aislamiento entre conductores activos (fase y neutro) y tierra, entre fases y entre cada una de las fases y neutro. Esta prueba se realizará por cada conjunto de circuitos alimentado por un interruptor diferencial, y para todos los alimentados desde un mismo cuadro de planta, midiendo los usos de alumbrado a parte de los destinados a tomas de corriente. Todas estas medidas deberán realizarse con todos los aparatos de consumo desconectados. La tensión mínima aplicada en esta prueba será de 500 V.
- Valor de la corriente de fuga en todos y cada uno de los cuadros eléctricos.
- Medida de tensiones e intensidades en todos los circuitos de distribución y generales de cuadros, tanto en vacío como a plena carga.
- Comprobación de interruptores de Máxima Corriente mediante disparo por sobrecargas o cortocircuitos. Se hará por muestreo.
- Comprobación de todos los Dispositivos de corriente Diferencial Residual, mediante disparo por corriente de fuga con medición expresa de su valor y tiempo de corte.
- Comprobación del tarado de relés de largo retardo en los interruptores de Máxima Corriente, con respecto a las intensidades máximas admisibles del conductor protegido por ellos.
- Muestreo para los casos considerados como más desfavorables, de SELECTIVIDAD en el disparo de protecciones, y de CAÍDA DE TENSIÓN a plena carga.

- Comprobación de tipos de cables utilizados, mediante la identificación obligada del fabricante; forma de instalación en bandejas, señalizaciones y fijaciones.
- Comprobación de rótulos, etiqueteros y señalizaciones.
- Muestreo en cajas de registro y distribución comprobando que: las secciones de conductores son las adecuadas, los colores los normalizados y codificados, las conexiones realizadas con bornas, cableado holgado y peinado, el enlace entre canalizaciones y cajas enrasado y protegido, el tamaño de la caja adecuado y su tapa con sistema de fijación perdurable en el uso.
- Cuando la instalación se haya realizado con cable flexible, se comprobará que todos los puntos de conexión han sido realizados con terminales adecuados o estañadas las puntas.
- Las instalaciones de protección contra contactos indirectos por separación de circuitos mediante un transformador de aislamiento y dispositivo de control permanente de aislamientos, serán inspeccionadas y controladas conforme a lo previsto en la ITC-BT-38.
- Funcionamiento del alumbrado de emergencia, sean estos de seguridad o de reemplazamiento, así como del suministro complementario.
- Comprobación de zonas calificadas de pública concurrencia en las que un defecto en parte de ellas, no debe afectar a más de un tercio de la instalación de alumbrado normal.
- Buen estado de la instalación, montaje y funcionamiento de luminarias, proyectores y mecanismos (interruptores y tomas de corriente) comprobando que sus masas disponen de conductor de puesta a tierra y que su conexión es correcta.
- Se realizará, para los locales más significativos, mediciones de nivel de iluminación sobre puestos de trabajo y general de sala.
- Se examinarán todos los cuadros eléctricos, comprobando el número de salidas y correspondencia entre intensidades nominales de interruptores automáticos con las secciones a proteger, así como su poder de corte con el calculado para el cuadro en ese punto. Los cuadros coincidirán en su contenido con lo reflejado en esquemas definitivos, estando perfectamente identificados todos sus componentes. Asimismo, en el caso que la instalación responda al esquema TN en cualquiera de sus tres modalidades (TN-S, TN-C o TN-C-S), se medirá la resistencia de puesta a tierra del conductor Neutro en cada uno de los cuadros CS, debiendo ser su valor inferior a 5 ohmios.

- Se medirá la resistencia de puesta a tierra de la barra colectora para la red de conductores de protección en B.T., situada en el Cuadro General de B.T., así como la máxima corriente de fuga.
- Se comprobarán todos los sistemas de protección (eléctrica y de detección-extinción) en el Centro de Transformación.
- Se comprobarán las puestas a tierra de Neutros de transformadores y la resistencia de la puesta a tierra de los mismos con respecto a la de los herrajes de A.T. y barra colectora de protección en B.T. en el Cuadro General de Baja Tensión, así como las tensiones de paso y contacto.
- Se examinarán y comprobarán los sistemas de conmutación entre Suministros Normal y Complementario, con indicación del tiempo máximo de conmutación en caso de que ésta sea automática por fallo en el suministro normal. Cuando el suministro sea mediante Grupo Electrónico, se comprobará la puesta a tierra del neutro del alternador y se medirá su resistencia.

### **1.8.- NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.**

La normativa actualmente vigente y que deberá cumplirse en la realización específica para este capítulo del Proyecto y la ejecución de sus obras, será la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51 según Real Decreto 842/2002 del 2/agosto/2002.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82, e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84 con sus correcciones y actualizaciones posteriores.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación.
- Condiciones de Protección Contra Incendios en los Edificios NBE-CPI 1.996 según R.D. 1942/1993 con sus posteriores desarrollos y revisiones tales como la Orden de 16/4/1998. Además, se tendrán presentes todas las Normas, Ordenanzas y Reglamentos de obligado cumplimiento, relacionados en otros documentos de este Proyecto.

Aparte de toda esta normativa, se utilizarán otras como las UNE 20460 y 50160 en su apartado 2 del IRANOR, NF-C-15100, NTE del Ministerio de Obras Públicas y las particulares de las Compañías Suministradoras Eléctricas.

## **1.9.- DOCUMENTACIÓN Y LEGALIZACIONES.**

En cumplimiento con el Artículo 19 del R.E.B.T., una vez realizadas las pruebas del apartado 1.7 con resultado satisfactorio, se preparará una Documentación de Apoyo para la explotación de la instalación, que constituirá un anexo al certificado de la instalación y que la EI entregará al titular de la misma. Esta documentación dispondrá de:

- Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de todos los planos y esquemas definitivos de la Instalación.
- Tres ejemplares encarpetados y soporte informático de la Memoria Descriptiva de la instalación, en la que se incluyan las bases y fundamentos de los criterios del Proyecto.
- Tres ejemplares encarpetados con las Hojas de Pruebas realizadas conforme al apartado 1.7.
- Dos ejemplares encarpetados con Información Técnica y recomendaciones de los fabricantes en el Mantenimiento e Instrucciones de funcionamiento de Equipos y Aparamenta.
- Dos ejemplares encarpetados con Manuales e Instrucciones de utilización de Equipos.

Junto a estas Recomendaciones Técnicas, la EI entregará a la EC con la supervisión de la DF, todos los Boletines, Certificados y Proyectos que se requieran en cumplimiento del Artículo 18 e ITC-BT-04 del R.E.B.T., para las legalizaciones de las instalaciones objeto de este capítulo, presentados en y expedidos por la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma correspondiente. Los costes de dichas legalizaciones (proyectos, tasas, etc.) serán por cuenta de la EI y formarán parte del contrato con la EC.

El Centro de Transformación será un proyecto completamente independiente del resto de las instalaciones de Baja Tensión, debiendo aportar la EI para ambos (A.T. y B.T.) los documentos siguientes:

- Autorización administrativa.
- Proyecto suscrito por técnico competente.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de Mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Suministradora.

Asimismo, la EI, para obtener el escrito de conformidad de la Compañía Suministradora, estará obligada a solicitar, mediante escrito firmado por la Propiedad y conocimiento de la EC, la Acometida definitiva, acompañando un plano de situación geográfica de la instalación, indicando:

- Tipo de acometida solicitada (aérea o subterránea, en punta o bucle, etc.) y tensión de suministro (Alta o Baja Tensión).
- Potencia de Plena Carga en kilowatios máximos disponibles para la instalación.
- Petición del importe de la acometida en el caso de que la realizase la Compañía, y derechos de acceso a la red de distribución.

En el caso de acometida en Media/Alta Tensión, además se solicitará información sobre:

- Intensidad máxima de defecto a tierra previsible en el punto de la acometida.
- Tiempo máximo de apertura del interruptor automático en caso de defecto.
- Potencia de cortocircuito de la instalación en el punto de acometida.
- Características del equipo de medida y forma de instalación.

Con los datos obtenidos, la EI elaborará el Proyecto definitivo del Centro de Transformación y entregará una copia del mismo a la Compañía Suministradora, cuya aprobación constituirá el mencionado escrito de conformidad. Posteriormente y mediante las copias oportunas de este proyecto, se gestionará la legalización de la instalación de Media/Alta Tensión en la Consejería de Industria de la correspondiente Comunidad Autónoma.

Las gestiones ante la Compañía Suministradora así como las que se derivan para cumplimiento de la ITC-BT-04 en sus apartados y puntos correspondientes, deberán ser realizadas con anterioridad al comienzo de la ejecución de la obra del proyecto.

## **2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y CABLES DE ALTA TENSIÓN**

### **2.1.- GENERALIDADES.**

Se incluye en este capítulo toda la aparamenta de Centros de Transformación del tipo interior, y cables para transporte de energía eléctrica con tensiones asignadas superiores a 1 kV e iguales o inferiores a 52 kV.

El local o recinto destinado a alojar en su interior la instalación eléctrica para el Centro de Transformación (CT), cumplirá las condiciones generales descritas en la Instr. MIE-RAT 14 del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, referentes a su situación, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado y canalizaciones, etc. El CT será construido enteramente con materiales no combustibles.

Los elementos delimitadores del CT (muros exteriores, cubiertas, solera, puertas etc), así como los estructurales en él contenidos (columnas, vigas, etc) tendrán una resistencia al fuego RF-120 de acuerdo con las normas del CEPREVEN y NBE CPI-96 para zonas de riesgo especial medio, y sus materiales constructivos del revestimiento interior (paramentos, pavimento y techo) serán de la clase M0 de acuerdo con la norma UNE 23727. Cuando los transformadores de potencia sean encapsulados con aislamiento en seco, los cerramientos del local podrán ser RF-90, abriendo sus puertas de acceso siempre hacia fuera.

El CT tendrá un aislamiento acústico de forma que no transmita niveles sonoros superiores a los permitidos por las Ordenanzas Municipales. Concretamente, los 30 dBA durante el periodo nocturno y los 55 dBA durante el periodo diurno.

Ninguna de las rejillas del CT será tal que permita el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 12 mm (IP-2). Las aberturas próximas a partes en tensión no permitirán el paso de cuerpos sólidos de más de Ø 2,5 mm (IP-3), y además existirá una disposición laberíntica que impida tocar el objeto o parte en tensión.

Antes del suministro del material que constituye el CT, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, plano de obra civil con detalles de bancadas, arquetas, pozos de recogida de aceite, tuberías enterradas, cantoneras y tabiques, protecciones metálicas de celdas, guías para ruedas de transformadores debidamente acotados y a escala, así como planos de implantación de equipos indicando las referencias exactas del material a instalar con dimensiones y pesos.

Las celdas a emplear serán modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección, según la norma UNE 20-324-94, será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica, a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puestas a tierra deberá ser un único aparato de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra. El interruptor será, en realidad, interruptor-seccionador.

Como medio para la protección de personas, todos los elementos metálicos contenidos en el local del CT, se conectarán entre sí mediante varilla de cobre desnudo de 8mm de  $\varnothing$  y se pondrán a tierra utilizando para ello tomas de tierras independientes a las del resto de instalaciones en B.T. Esta red constituirá la de protección en A.T.

Por debajo del suelo terminado y a una profundidad de 10 cm, se instalará un mallazo de 30x30 cm. formado por redondo de 4 mm de diámetro como mínimo. Este mallazo quedará enlazado con la red de protección en A.T. al menos en dos puntos.

En lugar bien visible se fijará sobre la pared un cuadro enmarcado protegido con cristal, que permita dejar a la vista para consulta la siguiente documentación:

- Esquema de la instalación eléctrica de A.T. con indicación de enclavamientos y modo operativo de maniobras.
- Placa de primeros auxilios.

Asimismo en el interior del local se dispondrá de un tablero que soportará todos los elementos y dispositivos de protección personal y maniobras, tales como: guantes aislantes, manivelas, y palancas de accionamiento de la aparamenta, banqueta aislante, pértiga de maniobras, equipo de primeros auxilios, etc. reglamentarios.

En la configuración del local y situación de equipos, se tendrá muy en cuenta las necesidades de ventilación y refrigeración (natural o forzada), para evitar temperaturas de riesgo en componentes.

Los cables serán aislados del tipo unipolar para redes trifásicas de Categoría A, en aluminio o cobre según se especifique en otros documentos del Proyecto, debiéndose cumplir en su elección e instalación todas las recomendaciones del fabricante.

## **2.2.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.**

### **2.2.1.- Envolverte metálica.**

Las celdas responderán, en su concepción y fabricación de aparamenta bajo envolverte metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099 y UNE20324. Se deberán distinguir, al menos, los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje.
- Compartimento de juego de barras.
- Compartimento de conexión de cables
- Compartimento de mando.
- Compartimento de control.

Estos compartimentos se describen a continuación.

#### **2.2.1.1.- Compartimento de aparellaje.**

Estará relleno de SF6 y sellado de por vida, según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 Bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje, estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter, debiendo ser canalizados los gases a la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores, y cierre de los seccionadores de puesta a tierra, se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF6, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

#### **2.2.1.2.- Compartimento del juego de barras.**

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre de 630 A como mínimo conexas mediante tornillos de cabeza allen M8 con par de apriete de 2,8 m x kg.



#### 2.2.1.3.- Compartimento de conexión de cables.

Serán aptos para conectar cables de aislamiento en seco y cables con aislamiento en papel impregnado. Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.
- Termorretráctiles para cables en papel impregnado.

#### 2.2.1.4.- Compartimento de mando

Contendrá los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios, si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos, manteniendo la tensión en el Centro.

#### 2.2.1.5.- Compartimento de control

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado con bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible en tensión, tanto en barras como en los cables.

Se dispondrán etiquetas de identificación en el frente de cada celda. Las etiquetas serán de plástico laminado, firmemente fijadas al soporte, escritas indeleblemente en lengua castellana y, eventualmente, otra lengua oficial del Estado, con caracteres de 20 mm de altura, grabados en blanco sobre fondo negro.

Todas las celdas llevarán un esquema unifilar realizado con material inalterable en el que se indicarán los aparatos, enclavamientos y demás componentes.

El conjunto y todos los componentes eléctricos deberán ser capaces de soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos resultantes de la intensidad de cortocircuito en sus valores eficaz y de cresta.

Los tornillos, pernos, arandelas etc, para las uniones entre celdas o su fijación a bancada de obra, serán de acero y estarán cadmiados.

El fabricante deberá suministrar los certificados de los ensayos de cortocircuito o en su defecto los cálculos correspondientes que se hayan utilizado para el dimensionado de las barras.

La base de fijación a bancada consistirá en una estructura adecuada para ser anclada al suelo y estará provista de sus correspondientes pernos de anclaje. La estructura y los pernos se suministrarán separados de las celdas, a fin de que puedan instalarse antes que las mismas.

Todas las celdas se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos capas de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado.

### 2.2.2.- Aparellaje.

Las características eléctricas fundamentales de todos los componentes eléctricos según su tensión asignada serán:

• Tensiones asignadas kV	24 kV	36 kV	52
• Nivel de aislamiento asignado: A frecuencia Industrial de 50Hz, durante 1 min. kV	52 kV	70 kV	95
• Impulso tipo rayo kV	125 kV	170 kV	250
• Intensidad admisible de corta duración kA	16 kA	31,5 Ka	25
• Valor de cresta de la intensidad admisible kA	40 kA	80 kA	63

#### 2.2.2.1.- Interruptores- seccionadores.

En condiciones de servicio, corresponderá a las características eléctricas expuestas anteriormente según sea su tensión asignada.

#### 2.2.2.2.- Interruptor automático.

Será en SF6, y dispondrá de unidad de control constituida por un relé electrónico, un disparador instalado en el bloque de mando del disyuntor y unos transformadores de intensidad montados en cada uno de los polos.

#### 2.2.2.3.- Cortacircuitos fusibles.

Las cabinas de protección con interruptor y fusibles combinados estarán preparadas para colocar cortacircuitos fusibles de bajas pérdidas tipo CF. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

#### 2.2.2.4.- Puesta a tierra.

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre de 25×5 mm conectadas en la parte inferior de las cabinas formando un colector único. Estas pletinas se conectarán entre si y el conjunto a la red general de puesta a tierra para Protección en A.T.

#### 2.2.2.5.- Equipos de medida.

El equipo de medida estará compuesto de los transformadores de medida ubicados en la Celda de Medida de A.T. y el equipo de contadores de energía activa y reactiva, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado. Las características eléctricas de los diferentes elementos serán:

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en celdas de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas ya instalados en las mismas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que deben instalarse, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc, serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente. Sus características eléctricas estarán especificadas en la Memoria.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc, se tendrá en cuenta a lo indicado, a tal efecto, en la normativa de la Compañía Suministradora.

#### 2.2.2.6.- Transformadores de Potencia.

Podrán ser encapsulados en resina y refrigeración forzada por aire, o bien en baño de aceite o silicona con refrigeración natural por aire. La instalación de uno u otro tipo de transformador, se ajustará a lo especificado en Mediciones.

De no indicarse lo contrario, el grupo de conexión será DY11n, con punto neutro accesible y borna de conexión junto a las de las tres fases de B.T. Asimismo, dispondrá de conmutador manual en arrollamientos de A.T., para ajuste de tensiones de entrada de la Compañía Suministradora, según sus normas particulares.

Los transformadores se suministrarán completamente montados y preparados para su conexión, debiendo llevar incorporados todos los elementos normales y accesorios descritos en Mediciones. Se consideran elementos normales, bastidor metálico con ruedas orientables para el transporte, puntos de amarre para elevación, grifo de vaciado y orificio de llenado para los encubados, (estos también llevarán funda para alojar un termómetro), tomas de conexión para la puesta a tierra y placa de características.

Los transformadores encubados serán herméticos, de llenado integral con cuba elástica construida en chapa de acero. Las paredes laterales de la cuba estarán formadas por aletas deformables elásticamente para adaptar su volumen a las dilataciones del líquido aislante y evitar sobrepresiones. Su construcción será conforme a normas UNE-21.428-1, y UNE-EN60.076.

Para estos transformadores se preverá un depósito y canalizaciones de recogida (al mismo desde sus celdas) del líquido aislante; tanto las canalizaciones como el depósito, se construirán enterrados en el Centro de Transformación. La capacidad del depósito será, como mínimo, la necesaria para recoger todo el líquido del transformador de mayor volumen instalado. Cuando el líquido sea aceite, se preverá una instalación de detección y extinción automática de incendios.

Los transformadores encapsulados serán en resina epoxi polimerizada, clase térmica F, mezclada con harina de sílice y endurecedor; todos ellos, materiales autoextinguibles. Las bobinas, una vez encapsuladas, deberán ser sometidas a ensayo de descargas parciales según EN-60.726, UNE-21.538-1 y UNE-EN60.076.

El núcleo magnético será en banda magnética de grano orientado, laminada en frío, aislada eléctricamente en ambas caras por una capa fina de carlita. Su construcción dará como resultado un perfecto ensamblado entre columnas y culatas (de sección circular prácticamente), fijadas rígidamente mediante perfiles metálicos (en los encubados podrán ser de madera) con pasadores y zunchos de apriete, a fin de obtener un nivel acústico inferior a 80 dB(A) en transformadores hasta 1.600 kVA.

Los devanados de B.T. serán en banda de aluminio, dispuestos en capas separadas (especialmente en los encapsulados) que permitan mejorar su refrigeración. Los devanados de A.T. serán en hilo o cinta de aluminio.

Los transformadores llevarán un sistema de control y protección con prealarma y disparo, que será de temperatura para los encapsulados, y de temperatura y presión del líquido aislante con detección de gases, en los encubados.

Los terminales de B.T. serán del tipo "pala" adecuados a la intensidad nominal del transformador. Los de A.T. serán del tipo "espárrago" para conexión por terminal. Tanto unos como otros serán en cobre, debiendo ir rígidamente unidos y aislados a la estructura del transformador, que les permitirá aguantar sin deformación, los esfuerzos electrodinámicos debidos a cortocircuitos.

Las celdas que albergarán a los transformadoras serán (de no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto), en obra civil con tabiques de 100 mm de espesor, rematadas sus cantoneras con perfiles de hierro en U-100. El frente de la celda se construirá mediante puerta metálica de doble hoja con unas dimensiones mínimas de  $500+A$ , siendo  $A$  = frente del transformador, en mm. La altura de la puerta será la del local, disminuida 300 mm, quedando la abertura en la parte superior de la celda. Será fabricada en chapa de hierro ciega de 2 mm de espesor sobre bastidor del mismo material. Irá equipada de cerraduras enclavadas manualmente con los sistemas de apertura de los interruptores de A.T. y B.T. del transformador correspondiente, así como dos mirillas transparentes en material inastillable de  $150 \times 200$  mm a 1.800 mm del suelo.

Todos los elementos metálicos de las celdas de transformadores (puertas y herrajes) serán pintados en el mismo color de las envolventes de las cabinas de A.T., previo tratamiento mediante dos capas de pintura antioxidante.

Los transformadores, en sus celdas, irán apoyados en perfiles de hierro en U-50 o U-80 (según la anchura de las ruedas de los transformadores a instalar) empotrados en el suelo, los cuales servirán de guía a las ruedas, permitiendo su acuíñamiento para inmovilización de los transformadores. Esta fijación de transformadores se hará en tal punto de la celda, que las distancias entre los terminales de A.T. y masas sean como mínimo de  $100 \text{ mm} + 6 \text{ mm por kV}$  o fracción de kV de la tensión de servicio, respetándose una distancia mínima entre transformadores y cerramiento de 200 mm.

Cuando los transformadores sean encubados, el suelo de la celda dispondrá de pendientes y sumidero con canalización de  $\varnothing 80$  mm, hasta el pozo de recogida de líquidos aislantes (aceites o siliconas). En el sumidero, cuando el líquido sea inflamable, se dispondrá de una cesta de malla metálica, recubriéndose el lecho de la celda con cantos rodados para dificultar el paso del aire al sistema de drenaje y conseguir extinguir la llama en caso de incendio.

Para la conexión de circuitos en B.T. a bornas del transformador se instalarán en todos los casos, un juego de pletinas de cobre soportadas por aisladores fijados a apoyos metálicos rígidos, que servirán de paso intermedio entre los cables y las bornas de B.T. del transformador. Desde la pletina de la borna del neutro se derivará, mediante cable aislado 0,6/1 kV, para la puesta a tierra del mismo. Esta "toma de tierra" será independiente eléctricamente para cada uno de los transformadores y la utilizada para herrajes.

### **2.2.3.- Normas de ejecución de las instalaciones.**

Todas las normas de construcción e instalación del Centro de Transformación se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que le pudieran afectar, emanadas por Organismos Oficiales.

### **2.2.4.- Pruebas reglamentarias.**

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de la entidad acreditada por los organismos públicos competentes al afecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra para protección en Alta Tensión (herrajes).
- Resistencia de las puestas a tierra de los Neutros de transformadores.
- Tensiones de paso y de contacto.

### **2.2.5.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**

#### **2.2.5.1.- Prevenciones Generales.**

- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente deberá dejarlo cerrado con llave.
- Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "peligro de muerte".
- En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
- No estará permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua para apagarlo.

- No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
- Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente los guantes y sobre banqueta.
- En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo el personal estar instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

#### 2.2.5.2.- Puesta en Servicio.

- Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.
- Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se recorrerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

#### 2.2.5.3.- Separación de Servicio.

- Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado 2.2.5.b), es decir, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación en las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento, que es necesario para garantizar la seguridad

personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

#### 2.2.5.4.- Prevenciones Especiales.

- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características y curva de fusión.
- No debe de sobrepasar los 60°C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuvieran, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.
- Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observe alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la Compañía Suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

### 2.3.- CABLES DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA (1–52 KV).

Los cables que este apartado comprende, han quedado definidos en el 2.1.- Generalidades, pudiendo ser para su instalación aérea, a la intemperie o enterrada. Todos ellos aislados con Polietileno Reticulado (XLPE), goma Etileno-Propileno (EPR), o papel impregnado (serie RS) contruidos según normas UNE 20.432, 21.172, 21.123, 21.024, 20.435, 21.022, 21.114 y 21.117, así como la UNESA 3305. Podrán ser en cobre o aluminio, y siempre a campo radial.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo que se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto, y calculados para:

- Admitir la intensidad máxima de la potencia instalada de transformadores, incluso en el caso de circuito en Anillo, que permitirá abrirlo en cualquiera de sus tramos sin detrimento para la mencionada potencia.
- Soportar la corriente presunta de cortocircuito sin deterioro alguno durante un tiempo superior a un segundo.

Para ello se utilizarán las tablas facilitadas por el fabricante, teniendo en cuenta su forma de instalación y recomendaciones en el tendido y montaje de los cables. Las conexiones para empalmes y terminales deberán ser realizadas siempre mediante accesorios normalizados y kits preparados y apropiados al tipo de cable.



### **2.3.1.- Cables aislamiento con Polietileno Reticulado (XLPE).**

Serán para instalación aérea, bien directamente fijado a soportes, bien alojado en canalizaciones. Cuando el trazado del circuito o línea exija tramos enterrados, podrá ser utilizado este cable siempre y cuando se le dote de una cubierta exterior especial y termoplástica según recomendación UNESA 3305C.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 105°C en sobrecargas, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido, el radio de curvatura de los cables no será inferior a 10 veces la suma del diámetro exterior del cable unipolar (D) y el del conductor (d), es decir  $R_{curvatura} \geq 10 \times (D+d)$ , ni los esfuerzos de tracción superar los 5 kg/mm<sup>2</sup> aplicados directamente al conductor (no a los revestimientos) cuando sean de cobre, y de 2,5 kg/mm<sup>2</sup> en el caso de aluminio. Asimismo, la temperatura del cable durante esta operación debe ser superior a los 0°C y la velocidad de tendido no exceder de 5 m/min.

### **2.3.2.- Cables aislamiento con goma Etileno-Propileno (EPR).**

Serán para instalación enterrada en lugares húmedos y encharcados, bien directamente o bien alojados en tubos.

Soportarán temperaturas de trabajo para el conductor de 90°C en régimen permanente y de 130°C en sobrecarga, siendo de 250°C en el caso de cortocircuito con tiempo de duración igual o inferior a 5 segundos.

Durante el tendido se seguirán las mismas recomendaciones hechas para el XLPE en el apartado anterior.

La profundidad a la que deben ir enterrados será como mínimo de 70 centímetros.

Cuando vayan canalizados en tubos, cada uno de estos no alojará más de una terna (3 unipolares de un mismo sistema trifásico), siendo la relación entre el diámetro del tubo (D) y el del conductor unipolar de la terna (d) igual o superior a  $D/2d = 2$ ;  $D/d = 4$ .

En el caso de ir directamente enterrados, se abrirá una zanja de 60 cm de ancho con una profundidad mínima de 85 cm. El terreno firme del fondo se cubrirá con un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables que de ser unipolares quedarán separados uno de otro 8 cm como mínimo. Sobre ellos se echará una misma capa del mismo material que la cama, con 20 cm de espesor, para posteriormente proceder al relleno de la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables, en futuras excavaciones. Como

señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos a 10 cm una cinta o banda de polietileno color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según norma UNE 48103.

Cuando la instalación sea en tubo enterrado la zanja y sistema de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 15 metros. Las arquetas una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento.

### **3.- GRUPOS ELECTRÓGENOS.**

#### **3.1.- GENERALIDADES.**

Cuando en aplicación de la ITC-BT-28, apartado 2.3 o necesidades propias del Proyecto, sea necesario instalar un Suministro Complementario (Art 10 del R.E.B.T) mediante Grupos Electrónicos, estas instalaciones se realizarán conforme al Reglamento de Centrales Generadoras de Energía Eléctrica.

El local destinado a alojar estos equipos dispondrá de aberturas desde el exterior que permitirán la entrada y salida del aire necesario para la refrigeración por radiador y combustión del motor, sin que la velocidad del aire por las aberturas alcance más de 5 m/s. Asimismo dispondrá de salida para la chimenea destinada a la evacuación de los gases de escape. Cuando no se pueda garantizar estas condiciones de refrigeración por aire, el sistema será mediante intercambiador de calor (en sustitución del radiador) y torre de refrigeración separada del grupo electrónico. Los cerramientos interiores del local tendrán una resistencia al fuego RF-120 y cumplirán a estos efectos con lo especificado para zonas de riesgo especial medio en la NBE-CPI96.

Antes del suministro del grupo electrónico, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, todos los planos de implantación y detalles de la obra civil auxiliar necesaria que permita el acondicionamiento del local destinado a la ubicación del grupo y servidumbres tales como de paso para conducciones del aire de refrigeración y chimeneas de gases de escape. Todo ello encaminado a que el montaje del grupo y el suministro de combustible al mismo sea el recomendado por el fabricante y el exigido por la actual reglamentación aplicable en este caso.

El punto neutro del grupo se pondrá a tierra mediante una "toma de tierra" independiente de las del resto de instalaciones.

El funcionamiento del grupo será en reserva del Suministro Normal proporcionado por la Compañía Eléctrica, siendo su arranque y maniobras de conexión a la red, así como de desconexión y parada, totalmente automáticas por fallo o vuelta del Suministro Normal.

El Grupo Electrónico (GE) será suministrado completamente montado sobre bancada y probado en el taller de su fabricación. Como elementos separados de bancada para su ubicación e instalación independiente en obra, solo se admitirá el cuadro eléctrico de control y mando, el silencioso de relajación para el aire de salida, y chimenea con tuberías de gases de escape como elementos normales, y excepcionalmente el radiador con electroventilador cuando la disposición del local lo obligue. En cualquier caso, la solución monobloc con todos los equipos incorporados sobre bancada será la más aceptable.

Cuando el cuadro eléctrico se sirva separado de bancada, los circuitos de enlace (potencia, auxiliares, control y mando) entre el GE y el cuadro eléctrico se considerarán dentro del suministro e instalación del GE. Las características que definirán al GE serán las siguientes:

- Potencia en régimen continuo del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia en régimen de emergencia del motor a 1.500 rev/min, en CV.
- Potencia máxima del alternador en kVA.
- Tensión de suministro en sistema trifásico.
- Factor de potencia.
- Frecuencia de la corriente alterna.
- Tipo de arranque (normal, automático por fallo de red, etc).
- Modo de arranque (por batería de acumuladores, aire comprimido, etc).
- Tipo de combustible y consumo en g/CV h.
- Tipo de refrigeración (aire o agua).
- Dimensiones y peso.

Todas estas características, así como tipo de refrigeración (por aire o por agua mediante torre de refrigeración) y demás instalaciones complementarias (alimentación, almacenamiento de combustible, chimenea, etc.) corresponderán con lo descrito en Memoria y relacionado en Mediciones.

### **3.2.- COMPONENTES.**

La construcción y los elementos para su fabricación cumplirán con las normas DIN 6270, 6271, y 9280, IEC-34/1, ISO DIS 8528 y AS1359 y 2789.

#### **3.2.1.- Motor Diesel.**

Será refrigerado por aire o agua, según se indique en mediciones, con sistema de aspiración turboalimentado.

La potencia del motor será para combustible Gasóleo de 10.000 kcal/kg de poder calorífico. El motor dispondrá de los siguientes sistemas de equipamiento:

- Admisión y escape con filtros de aire, colectores de escape secos, conexión flexible de escape y silencioso de gases.
- Arranque eléctrico con motor de c/c y batería de acumuladores o por aire comprimido (según Memoria y Mediciones).
- Alimentación de combustible con filtro y tuberías flexibles de alimentación y retorno.
- Lubricación con filtro de aceite, cárter con respiradero, radiador refrigerador, tubo de llenado y varilla de nivel.
- Seguridad con solenoide de paro y sensores de alarma de paro por baja presión de aceite, alta temperatura del agua de refrigeración y sobrevelocidad.
- Refrigeración con bomba centrífuga para el agua movida por engranajes, termostatos y resistencia de caldeo, con radiador e intercambiador según mediciones.
- Control y Gobierno con parada manual, regulador electrónico de velocidad del motor, horómetro, panel de instrumentos con Manómetro de combustible, Manómetro de aceite y Termómetro de esfera para el agua de refrigeración.

### **3.2.2.- Alternador.**

De corriente trifásica autorregulado y autoexcitado, sin escobillas, con un solo cojinete y protección antigoteo, diodos supresores de sobrevoltajes debidos a variaciones de la carga, arrollamientos reforzados y aislamiento clase F en los devanados del estator, rotor y excitatriz. Protección IP-22.

Dispondrá de módulo de regulación sin partes móviles, protegido mediante resina epoxi y su control sobre la tensión de fases, en función de la frecuencia, se realizará mediante un sistema de sensores que asegure y mejore la regulación en el caso de desequilibrio de fases en la carga.

### **3.2.3.- Acoplamiento y Bancada.**

La unión entre motor y alternador se realizará mediante acoplamiento elástico ampliamente dimensionado para soportar el par y la potencia de transmisión, con absorción de vibraciones.

El conjunto Motor-Alternador irá montado y alineado sobre bancada construida en perfiles de hierro electrosoldados, a la que se unirá mediante soportes antivibratorios.

### **3.2.4.- Cuadro de Protección, Arranque y Control.**

Podrá ir en bancada o separado. En él irán alojados los siguientes componentes:

- Interruptor automático de protección del circuito de potencia para su conexión al panel de conmutación del cuadro general de B.T. del edificio. Será de corte omnipolar y dispondrá de un módulo de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos.
- Módulo informático de Mando y Vigilancia.
- Vigilantes de tensión de Red y Grupo regulables.
- Cargador automático de batería de acumuladores.
- Panel de funciones y alarmas con pulsadores luminosos servicios: Automático, Manual, Pruebas y Desconectado.
- Aparatos de medida con: Frecuencímetro, Voltímetros y Amperímetros para consumos y carga de acumuladores.
- Protecciones y contactores para circuitos auxiliares de funcionamiento, sistemas de equipamiento, regulación y mantenimiento.

### **3.2.5.- Depósito de combustible.**

Su capacidad se dimensionará para ocho horas de funcionamiento continuo a plena carga. Su construcción será con doble pared e irá instalado en el local del GE, bien apoyado en el suelo, bien sobre bastidor autoportante (apoyado en el suelo). En cualquier caso dispondrá de tomas bajas para impulsión y alta de retorno del Gasóleo, indicador de nivel con contacto de alarma, respiradero, bomba manual de llenado con manguera flexible de 3,5 m y válvulas de purga.

### **3.2.6.- Juego de herramientas.**

Se suministrará una caja de herramientas con útiles universales y específica para el GE con un mínimo de 70 unidades entre las que se incluirán: llaves, martillos, juego de atornilladores, alicates, aceitera, bomba de engrase, juego de galgas, cepillos de púas, etc,

### **3.2.7.- Documentación y apoyo técnico.**

Incluirá la siguiente documentación:

- Planos de esquemas del sistema eléctrico.
- Libros de despiece del motor diesel.
- Manual de mantenimiento.
- Curso básico a personal de Mantenimiento para inspecciones y pruebas periódicas del GE.

### **3.3.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

Para el acondicionamiento del local y obras complementarias necesarias para la instalación del GE, se tendrán presentes las recomendaciones y planos de detalle del fabricante, así como las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas para llevarlas a término.

Además de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normas que pudieran afectar emanadas de Organismos Oficiales, específicamente Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de fecha 12/11/82 e Instrucciones Técnicas Complementarias de fecha 06/07/84.

### **3.4.- PRUEBAS REGLAMENTARIAS.**

Una vez el GE instalado y dispuesto para su funcionamiento, se examinará la buena ejecución y acabado de las instalaciones, para seguidamente someterlo a las siguientes pruebas:

#### **3.4.1.- Funcionamiento Manual.**

Mediante los pulsadores de la placa frontal del cuadro eléctrico se realizarán las siguientes maniobras:

- Arrancada del GE hasta que se consiga la frecuencia y tensión nominales.
- Transferencia de carga de Red al GE, comprobando el buen funcionamiento de las conmutaciones y el tiempo total de la maniobra desde el corte del suministro normal hasta la regularización del suministro mediante el GE.
- Estando el GE en prueba 2), se cortará el suministro de Red comprobando que en estas condiciones no es posible realizar la transferencia manual a Red. Conectando de nuevo el suministro de Red se procederá a la prueba 4).

- Transferencia de carga desde el GE a la Red, volviendo a comprobar el buen funcionamiento de las conmutaciones.
- Parada del GE.

### **3.4.2.- Funcionamiento Automático.**

En esta función el GE debe arrancar por las siguientes causas: fallo total de la red, fallo de algunas de las fases o bajada/subida de tensión de Red por debajo/encima del valor ajustado en los detectores de tensión incorporados en el cuadro. En esta posición se realizarán las siguientes pruebas:

- Comprobación del arranque y transferencias GE-Red por las tres causas anteriores.
- Ajustes de temporizaciones de arranque ante fallos de Red y de transferencias de carga. La transferencia de GE a Red se realizará con retardo mínimo de 15 s para confirmar la estabilidad del retorno. Hecha la transferencia GE-Red el GE debe mantenerse girando unos minutos para su refrigeración, parándose por sí solo y quedando en vigilancia para iniciar un nuevo proceso.

### **3.4.3.- Funcionamiento Pruebas.**

En este funcionamiento se volverán a repetir las pruebas de la función MANUAL EN PRESENCIA de Red. Quitando el suministro de Red, se realizarán las pruebas de la función AUTOMÁTICO. Los resultados deben ser los mismos que los obtenidos en pruebas anteriores.

Pasando a DESCONECTADO, sea cual fuere el estado de las instalaciones del GE y la función que se encuentre realizando, el GE se debe parar.

- Comprobación de Pulsadores, Lámparas de Señalización y Alarmas de la placa frontal del cuadro eléctrico del grupo y transferencias, debiendo existir como mínimo:
  - Conmutador de funciones: AUTOMÁTICO, MANUAL, PRUEBAS Y DESCONECTADO.
  - Pulsadores de: ARRANQUE MANUAL, PARADA MANUAL, CONEXIÓN RED, CONEXIÓN GRUPO, CORTE BOCINA, DESBLOQUEO ALARMAS, PRUEBA LÁMPARAS Y PARADA EMERGENCIA.



- Lámparas de señalización: EXISTE RED, EXISTE GRUPO, FALLO ARRANQUE, BAJA PRESIÓN ACEITE Y EXCESO TEMPERATURA.
- Alarmas con identificación: FALLO ARRANQUE AUTOMÁTICO, BAJA PRESIÓN DE ACEITE, PARADA DE EMERGENCIA Y BAJO NIVEL DE COMBUSTIBLE.

## **4.- EQUIPOS SUMINISTRO ALIMENTACIÓN ININTERRUMPIDA (S.A.I.).**

### **4.1.- GENERALIDADES.**

Su función principal es asegurar la alimentación continuada de energía eléctrica estabilizada y filtrada, sin interrupción a cargas críticas, en las siguientes situaciones de la alimentación de entrada al equipo:

- Corte del suministro eléctrico normal.
- Sobretensiones o subtensiones momentáneas permanentes.
- Picos transitorios.
- Microcortes.

El suministro en salida, a semejanza del de entrada, será corriente alterna senoidal con la misma tensión nominal.

La función principal del S.A.I. deberá estar garantizada durante el tiempo de autonomía especificado en placa de características, mediante la energía almacenada en sus baterías. Así mismo, deberá evitar que ningún corte o variación en los parámetros de la red de entrada, pueda influir en la estabilidad y filtrado de la tensión de salida.

En su fabricación los materiales y componentes utilizados deberán ser nuevos y de suministro ordinario, no pudiendo haber sido utilizados anteriormente, excepto en los propios ensayos de su proceso de fabricación. Todos los dispositivos electrónicos activos deberán ser sólidos, formando subconjuntos y módulos intercambiables que faciliten el stock y mantenimiento, asegurando al propio tiempo su elevada fiabilidad dentro de los parámetros de utilización.

Dada la importancia creciente de la protección del medio ambiente se deberán tener presentes todas las medidas ecológicas recomendadas, tanto en la construcción como en su concepción tecnológica, y así deberán estar fabricados con materiales reciclables sin PVC u otros plásticos que puedan dañar el entorno. Los embalajes igualmente deberán estar fabricados a partir de materiales reciclables de forma que preserven los recursos naturales.

Su tecnología deberá minimizar las repercusiones en la red, garantizar un factor de potencia equivalente a la unidad, reducir los costes de explotación por alto rendimiento y disminuir al máximo la generación de calor y ruido. Todo esto permitirá obtener la certificación ISO 9.001, de forma que puedan afrontarse con garantías las exigencias comunitarias en materia de protección medioambiental.

Deberán ser concebidos, probados y preparados según las más recientes normas IEC y CEE sobre este tipo de equipos.

Estarán diseñados para aguantar temperaturas ambientales entre 0°C y 40°C con una humedad relativa de hasta el 90% sin condensaciones. Su clase de protección será IP 205.

Para potencias iguales o superiores a 700 vatios, todos los SAIs dispondrán de By-pass estático por avería en el equipo, By-pass manual para mantenimiento y Filtro de Armónicos que disminuyan la reinyección de ellos a la red.

Cumplirán con las normas de seguridad IEC 950 y EN 50091-1-1, con compatibilidad electromagnética conforme a la EN 50091-2. clase A, y sus configuraciones serán según normas IEC 62040-3 y ENV 50091-3.

Todas las señalizaciones serán sobre pantalla de cristal líquido, disponiendo de ellas para:

- Modo funcionamiento.
- Tensión, Intensidad y Frecuencia en Entrada.
- Tensión, Intensidad y Frecuencia en Salida.
- Tensión e Intensidad de Batería.
- Tiempo real de autonomía.
- Alarma paro inminente.
- Alarma funcionamiento modo Batería.

Deberá disponer de contactos libres de tensión y salidas propias para señalización remota de:

- S.A.I. conectado.
- Funcionamiento modo By-pass, con alarma “acústica-luminosa”.
- Funcionamiento modo batería, con alarma “acústica-luminosa”.
- Baterías descargadas.
- Indicación del tiempo real de autonomía con la carga de ese momento.

Asimismo dispondrá de un módulo de comunicaciones (interface, ordenadores) RS 232 que permita la gestión externa del equipo y una tarjeta de conexión a red informática SNMP.

Hasta la potencia nominal de 700 VA, serán del tipo LINE INTERACTIVE VI con estabilizador de tensión (AVR) y módulo de comunicaciones RS 232 con el correspondiente software para comunicación, con Entrada/Salida: Monofásico/Monofásico. Para potencias superiores será ON-LINE de doble conversión, y conmutaciones automática por fallo intrínseco del equipo, y manual para mantenimiento; pudiendo ser su Entrada/Salida: Monofásica/Monofásica, y Trifásica/Monofásica.

Los S.A.I.s del tipo ON-LINE, no darán lugar a una “separación de circuitos” entre la corriente de entrada y la de salida actuando en “Modo Red Presente”, y cumplirán en todo con lo exigido por la ITC-BT-28 referente a fuentes propias centralizadas de energía para alimentación a Servicios de Seguridad pertenecientes a la categoría “SIN CORTE”.

El nivel máximo de ruido debido a un funcionamiento normal, incluida la ventilación forzada de que debe disponer el S.A.I., no superará los 56 dB a un metro de distancia.

El control de calidad estará asegurado mediante un programa con certificado expedido por AENOR u otra entidad internacional reconocida.

Todos los equipos y componentes suministrados deberán ser productos de catálogo y haber dado pruebas y referencias de un buen funcionamiento, no debiendo generar en la red de entrada (suministro normal) corrientes armónicas, además de bloquear la transmisión de las generadas en la carga. Con los S.A.I. se entregará la siguiente Documentación:

- Manual de Instalación.
- Manual de Utilización.
- Manual de Puesta en Marcha.
- Pruebas de reinyección de corrientes armónicas y factor de potencia en carga.

## **4.2.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.**

### **4.2.1.- Batería de acumuladores.**

Su capacidad en A/h, ó kWxh será conforme con las necesidades reales establecidas en Memoria y Mediciones. Los acumuladores a utilizar serán de Plomo-

Calcio (Pb-Ca), estancos y sin mantenimiento, formada por monobloques de 6/12 V según DIN 40739 o DIN 40741. En caso de ser batería según DIN 40739 deberá estar equipada con tapones de recombinación de gases, con ausencia en 5 años de mantenimiento.

El diseño de la vida de las baterías, en condiciones normales de funcionamiento e instalación, deberá ser como mínimo hasta 10 años con capacidad restante, al menos, del 80%.

Su característica de carga será con compensación de la tensión en función de la temperatura, y el tiempo de carga no será inferior a 4 horas para el 90% de la carga. Irán instaladas en un armario metálico de color a elegir por la DF y según exigencias de la VDE 0510. Las tensiones nominales, de carga y flotación, serán las indicadas en Memoria y Mediciones. Dispondrán de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, así como de test automático programable y software de gestión y alarma de baterías.

#### **4.2.2.- Entrada del equipo.**

Será para conexión a un suministro normal de  $3 \times 400$  V o de 231 V, con una tolerancia del  $\pm 15\%$  en el funcionamiento normal y del  $\pm 10\%$  en el By-Pass, para una frecuencia nominal de 50 Hz  $\pm 6\%$  y velocidad de sincronismo 1 Hz/s con sincronismo de adaptación.

La forma de onda de entrada deberá ser senoidal y la distorsión armónica que el S.A.I. dé lugar en ella no superará al 8% en corriente, y al 5% en tensión (THD); ambos en valores RMS para cualquier condición y régimen de carga. Su inmunidad electromagnética será conforme a las normas VDE 0160 y EN 50082-1.

Dispondrá de alarmas para indicar "fuera de límites" de tensión o frecuencia.

#### **4.2.3.- Salida del equipo.**

La potencia de carga máxima en kilovatios será la indicada en Memoria y Mediciones para una tensión de  $3 \times 400$  V o de 231 V según sean trifásicos o monofásicos, permitiendo una sobrecarga del 200% durante siete segundos y del 150% durante un minuto.

La tensión de salida estará regulada en un  $\pm 1\%$  con carga estática simétrica, en un  $\pm 3\%$  con carga estática asimétrica, y un  $\pm 5\%$  con carga dinámica de 0 a 100%.

La distorsión armónica no superará los límites del  $\pm 3\%$  para carga lineal, y del  $\pm 5\%$  para la no lineal, tanto en tensión como en intensidad, y siempre en valores RMS.

La frecuencia será de  $\pm 50$  Hz estando sincronizada con la red de entrada, y su valor no superará los límites del 0,1% con la red ausente (modo batería).

Permitirán el acoplamiento en paralelo hasta de 6 unidades; con el fin de poder satisfacer futuras ampliaciones de demandas crecientes de la carga, así como de necesidades para soluciones de redundancia, superredundancia y redundancia  $n+1$ .

Dispondrán de alarmas para acusar las sobrecargas y tensión fuera de límites, así como señalización permanente (estando en modo batería) del tiempo de autonomía disponible del suministro al régimen de consumo que está proporcionando.

#### 4.3.- TIPO DE SAIS Y CARACTERÍSTICAS PARTICULARES.

##### 4.3.1- SAI monofásico hasta 700 vatios.

<b>Topología:</b>	line – interactivo/ VI
<b>Autonomía:</b>	20 minutos con una carga de dos PCs
<b>Número de salidas:</b>	2×IEC320C13
<b>Interfaz de comunicaciones:</b>	integrable, Multisistema, RS 232
<b>Puertos telefonía:</b>	2×RJ-11
<b>Temperatura ambiente:</b>	25° C $\pm$ 10°C
<b>Humedad relativa:</b>	< 95% sin condensación
<b>Normas de diseño y fabricación:</b>	Calidad según ISO 9000-9002; Seguridad según EN55022; Radiofonía e Inmunidad según EN50091-2, FCC CIB P-15 S-J, ANSI C62.41 (IEEE587)A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
<b>Rendimiento 100% carga:</b>	> 98%
<b>Ruido acústico:</b>	< 40 dB (A)
<b>Tensión de entrada:</b>	231 V c.a.
<b>Tolerancia de tensión:</b>	Paso a baterías con Subtensión de 165 V Sobre tensión 270 V
<b>Frecuencia de entrada:</b>	50 Hz $\pm$ 5%
<b>Factor de potencia de entrada:</b>	> 0,99 (al 100% de carga)
<b>Tensión nominal de continua:</b>	12 ó 24 V
<b>Vida media de baterías:</b>	mínimo 5 años
<b>Tiempo de recarga de baterías:</b>	mínimo 2 horas y máximo 10 horas para el 90% de capacidad
<b>Tensión de salida:</b>	231 V c.a. $\pm$ 5% ( $\pm$ 2% en baterías)
<b>Frecuencia de salida:</b>	sincronizada 50 Hz ( $\pm$ 0,1 %)
<b>Potencia de salida:</b>	550 VA (mínimo)
<b>Factor de potencia de la carga:</b>	desde 0,5 capacitivo hasta 0,5 inductivo
<b>Capacidad de sobrecarga:</b>	120 % durante 1 minuto
<b>Factor de cresta de la carga:</b>	3:1

#### 4.3.2.- S.A.I. monofásico entre 700 y 4.000 vatios.

<b>Topología:</b>	on-line doble conversión VFI
<b>Autonomía:</b>	según especificaciones de Memoria y Presupuesto
<b>Funcionamiento:</b>	automático, con control manual y comprobación automática de baterías
<b>Autodiagnóstico:</b>	automático, programable, mínimo cada 14 días incluyendo prueba de baterías
<b>Interfaz de comunicaciones:</b>	RS232 (DB9) integrado
<b>Interfaz usuario:</b>	LEDs con carga / medidor de batería y alarmas
<b>Interfaz red:</b>	Windows NT, Novell, SCO UNIX, IBM AIX, OS/2, HP-HX, Solaris
<b>Interfaz SNMP:</b>	mínimo adaptador SNMP
<b>Temperatura ambiente:</b>	de 0° C a 40° C
<b>Humedad relativa:</b>	< 95% sin condensación
<b>Normas de diseño y fabricación:</b>	Calidad según ISO 9001; Seguridad según EN55022; radiofrecuencia e inmunidad según EN50091-2, FCC CIBP-155-J, ANSI C62.41 (IEEE 587) Cat A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
<b>Ruido acústico:</b>	< 40 dB (A)
<b>Tiempo transferencia:</b>	Nulo
<b>Tensión de entrada:</b>	231 V c.a.
<b>Tolerancia de tensión:</b>	Subtensión de 170V y sobretensión de 276V sin paso a baterías.
<b>Frecuencia de entrada:</b>	50 Hz $\pm$ 5%
<b>Protección sobretensiones:</b>	según EN50082 y conforme IEC801-4
<b>Eliminación EMI:</b>	según EN55022, CISPR 22B
<b>Baterías:</b>	herméticas de Pb-Ca. Sin mantenimiento
<b>Tiempo de recarga de baterías:</b>	mínimo de 4 horas y máximo de 10 horas para el 90% de su capacidad
<b>Vida media de baterías:</b>	mínimo: 5 años
<b>Tensión de salida:</b>	231 V c.a. $\pm$ 1,5%
<b>Frecuencia de salida:</b>	Sincronizada, 50 Hz $\pm$ 0,01% (batería)
<b>Factor de potencia de la carga:</b>	Desde el 0,5 hasta el 1 inductivo
<b>Capacidad de sobrecarga:</b>	150 % durante 4 segundos
<b>Factor de cresta de la carga:</b>	3:1

#### 4.3.3.- S.A.I. monofásico y trifásicos entre 4.000 y 30.000 vatios.

<b>Topología:</b>	On-line doble conversión acoplable en paralelo
<b>Autonomía:</b>	según especificaciones de Memoria y Presupuesto automático, con control manual de módulos.
<b>Funcionamiento:</b>	Comprobación automática de batería, by-pass y silencio de alarmas
<b>Autodiagnóstico:</b>	automático, programable, mínimo cada 14 días incluyendo prueba de baterías
<b>Paso a By-Pass:</b>	automático, por sobrecarga o fallo S.A.I.
<b>Interfaz de comunicaciones:</b>	Dos salidas RS 232 integradas (una para comunicación con PC y otra para sinóptico remoto)
<b>Interfaz usuario:</b>	LEDs con carga / medidor de batería y alarmas
<b>Interfaz red:</b>	Windows NT, Novell, SCO UNIX, IBM AIX, OS/2, HP-HX, Solaris
<b>Interfaz SNMP:</b>	mínimo adaptador SNMP
<b>Temperatura ambiente:</b>	De 0° C a 40° C
<b>Humedad relativa:</b>	< 95% sin condensación
<b>Normas de diseño y fabricación:</b>	Calidad: según ISO 9001; Seguridad según EN55022; radiofrecuencia e inmunidad según EN50091-2, FCC CIBP-155-J, ANSI C62.41 (IEEE 587) Cat A y B; Vibración y caída según IEC 68-2-27 y 68-2-32
<b>Ruido acústico:</b>	< 56 dB (A)
<b>Rendimiento al 100% de carga:</b>	≥ 91%.
<b>Tiempo transferencia:</b>	Nulo
<b>Tensión de entrada:</b>	231 V c.a. o 400 V c.a.
<b>Tolerancia de tensión:</b>	± 15%
<b>Frecuencia de entrada:</b>	50 Hz ± 5%
<b>Protección sobretensiones:</b>	Según EN50082-1 y conforme IEC801-4/5
<b>Eliminación EMI:</b>	Según EN55022, CISPR 22B
<b>Baterías:</b>	Herméticas de Pb-Ca. Sin mantenimiento
<b>Tiempo de recarga de baterías:</b>	Mínimo de 4 y máximo de 10 horas para el 90% de su capacidad
<b>Vida media de baterías:</b>	Mínimo: 5 años
<b>Tensión de salida:</b>	231 ±1% / 400 ±1%
<b>Frecuencia de salida:</b>	Sincronizada, 50 Hz ± 0,01% (batería)
<b>Factor de potencia de la carga:</b>	Desde el 0,6 hasta el 1 inductivo
<b>Capacidad de sobrecarga:</b>	150 % durante 1 minuto y 200 % durante 7 segundos
<b>Factor de cresta de la carga:</b>	3:1



#### **4.4.- CARACTERÍSTICAS DE LOS LOCALES DESTINADOS A ALOJAR LOS SAIS.**

A todos los efectos estos locales cumplirán con las condiciones establecidas para aquellos afectos a un Servicio Eléctrico según la ITC-BT-30 apartado 8, debiendo disponer de una ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30 °C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

## **5.- CUADROS DE BAJA TENSIÓN.**

### **5.1.- GENERALIDADES.**

Se incluyen aquí todos los cuadros y paneles de protección, mando, control y distribución para una tensión nominal de 440 V y frecuencia 50/60 Hz.

Básicamente los cuadros estarán clasificados en Cuadros Generales y Cuadros Secundarios. Los primeros serán para montaje mural apoyados en el suelo con unas dimensiones mínimas de 1.800×800×400 mm y máximas de 2.100×1000×1000mm. Los segundos podrán ser para montaje empotrado o mural fijados a pared y con unas dimensiones mínimas de 1000×550×180 mm y máximas de 1.500×1000×200 mm.

Los cuadros se situarán en locales secos, no accesibles al personal externo y fácil acceso para el personal de servicio. Su fijación será segura y no admitirá movimiento alguno con respecto a ella. Cuando el techo, bajo el cual se sitúe el cuadro, no tenga resistencia al fuego, este se colocará a una distancia de 750 mm como mínimo del mismo. Los locales donde se sitúen los Cuadros Generales, de no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, sus cerramientos dispondrán de una resistencia al fuego RF-120 como mínimo, deberán cumplir con la ITC-BT-30 apartado 8, disponer de ventilación forzada que garantice una temperatura igual o inferior a 30 °C y sus puertas de acceso siempre abrirán hacia fuera.

Todos los cuadros se suministrarán conforme a lo reflejado en esquemas, acabados para su correcto montaje y funcionamiento del conjunto, aún cuando algún material (siendo necesario) no esté indicado explícitamente.

Antes de su fabricación, la Empresa Instaladora (EI) entregará para ser aprobados por la Dirección Facultativa (DF), planos definitivos para su construcción, donde quede reflejado las referencias exactas del material, su disposición y conexionado con señalizaciones dentro de la envolvente, constitución de los barrajes y separación entre barras de distinta fase así como de sus apoyos y rigidizadores cuando sean necesarios, dimensiones de paneles y totales del conjunto del cuadro, detalles de montaje en obra, etc.

Además de estos cuadros, podrán instalarse por quedar indicado en Mediciones, cajas de mando y protección local para un uso específico, cuyo contenido será el reflejado en esquemas de principio. En todos los casos, no quedará al alcance de personas ningún elemento metálico expuesto a tensión, debiendo estar impedido el accionamiento directo a dispositivos mediante tapas o puertas abatibles provistas de cerradura con llave que lo obstaculice; esta condición es extensiva a todos los cuadros.

La función de los cuadros de protección es la reflejada en el R.E.B.T., ITC-BT-17, ITC-BT22, ITC-BT23, ITC-BT24 e ITC-BT28, por tanto cumplirán sus exigencias, además de las normas UNE 20.460-4-43, UNE-20.460-4-473 aplicables a cada uno de sus componentes.

Todos los cuadros llevarán bolsillo portaplanos, portaetiquetas adhesivas y barra colectora para conductores de protección por puesta a tierra de masas, empleándose métodos de construcción que permitan ser certificados por el fabricante en sus características técnicas.

## **5.2.- COMPONENTES.**

### **5.2.1.- Envolventes.**

Serán metálicas para Cuadros Generales, y aislantes o metálicas para Cuadros Secundarios según se especifique en Mediciones.

Las envolventes metálicas destinadas a Cuadros Generales de Baja Tensión (CGBT) de la instalación, estarán constituidos por paneles adosados con dimensiones mínimas de 2.000×800×400 mm y máximas de 2100×1000×1000 mm provistos de puertas plenas delanteras abatibles o módulos de chapa ciega desmontables que dejen únicamente accesibles en ambos casos los mandos de los interruptores, y traseras desmontables. Los paneles estarán contruidos mediante un bastidor soporte enlazable, revestido con tapas y puertas en chapa electrocincada con tratamiento anticorrosivo mediante polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, grado de protección IP 307. Serán conforme a normas UNE-EN60.439-1-3, UNE 20.451, UNE 20.324, e IK07 según UNE-EN 50.102.

Los paneles ensamblados entre sí y fijados a bancada en obra, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Las puertas delanteras irán troqueladas para dejar paso a los mandos manuales de interruptores, que a su vez irán fijados al bastidor del panel mediante herrajes apropiados al conjunto. Toda la mecanización de las envolventes deberá ser realizada con anterioridad al tratamiento de protección y pintura. La tornillería utilizada para los ensamblados será cadmiada o zincada con arandelas planas y estriadas.

Tanto las puertas traseras como las delanteras cuando las lleven, dispondrán de junta de neopreno que amortigüe las vibraciones.

El cuadro en su conjunto, una vez terminado y con las puertas cerradas, solo podrá dejar acceso directo a los mandos de interruptores por su parte frontal, quedando a la vista únicamente los mandos, aparatos de medida, manivelas de las puertas, señalizaciones, rótulos, etiqueteros y esquemas sinópticos.

Todos los paneles dispondrán de una borna para conexión del conductor de protección por puesta a tierra.

Las envolventes para Cuadros Generales de Distribución (CGD), serán en su construcción, semejantes a las descritas anteriormente, si bien en este caso las dimensiones de los paneles serán como máximo de 2.000×1000×500 mm, disponiendo de doble puerta frontal, la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad, la segunda atornillada y troquelada para acceso de mandos y elementos de control. Su grado de protección será IP 307.

El acceso al cuadro será únicamente por su parte frontal, debiendo su diseño y montaje permitir la sustitución de la aparamenta averiada sin que sea necesario el desmontaje de otros elementos no implicados en la incidencia.

Estas envolventes una vez fijadas a la bancada y paredes, deberán resistir los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito en barras calculados para la Icc previsible en ellos.

Todas las envolventes descritas anteriormente dispondrán de rejillas y filtro para polvo que favorezcan su ventilación, irán pintadas en color a elegir por la DF y llevarán cáncamos para elevación y transporte.

Las envolventes para Cuadros Secundarios (CS) serán para montaje mural o empotrado, metálicos o en material aislante según se indique en Mediciones. Todos ellos serán de doble puerta frontal, la primera transparente o ciega (según Mediciones) y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad, y la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos. El grado de protección será IP 415 para los empotrados, y de IP 307 para los murales. Su construcción y fijación soportará los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito de 15 kA.

### **5.2.2.- Aparamenta.**

Se incluye en este apartado todos los dispositivos de protección cuyas características se definen en la norma UNE-20.460-4-43, seccionamiento, maniobra, mando, medida, señalización y control, fijado y conexionado dentro de las envolventes de los cuadros eléctricos.

La misión fundamental es proporcionar seguridad a las instalaciones (incluso la de los propios dispositivos) y a las personas, de donde nace la importancia del diseño y cálculo para su elección, que será siempre conforme a la norma UNE-20.460-4-473. Esta aparamenta deberá ser dimensionada para soportar sin deterioro:

- La máxima intensidad solicitada por la carga instalada.
- La máxima intensidad de cortocircuito calculada para la instalación en el punto donde va montada, protegiendo con su disparo toda la instalación que deja sin servicio.

El tarado de protecciones de corto retardo ( $I_m$ ), en el sistema de distribución TN-S, será igual o inferior a la corriente presunta de defecto ( $I_d$ ) en el extremo del cable más alejado del disyuntor que le protege; debiéndose cumplir que el producto de la  $I_d$  por la suma de impedancias de los conductores de protección, hasta el punto Neutro, sea igual o inferior a 50 V; todo ello de conformidad con la IEC 364 y como cumplimiento de la ITC-BT-24 apartado 4.1.1. Esta condición no es de aplicación a las líneas protegidas en cabecera mediante Dispositivos de disparo Diferencial por corriente Residual (DDRs).

Las instalaciones situadas aguas abajo, hasta el siguiente escalón de protección, deberán soportar como mínimo la intensidad permanente de tarado en largo retardo ( $I_r$ ) de las protecciones del disyuntor destinado a esa protección.

Las solicitudes térmicas admisibles para las instalaciones situadas aguas abajo del disyuntor que las protege, deben ser mayores que la limitada por dicho disyuntor frente a un cortocircuito.

Todos los dispositivos de protección por máxima corriente serán de corte omnipolar, y cuando sean tetrapolares el polo neutro también llevará relé de sobreintensidad.

Cuando exista escalonamiento en las protecciones, se deberán mantener criterios de SELECTIVIDAD NATURAL (amperimétrica, cronométrica o energética), o bien SELECTIVIDAD REFORZADA, conjugando poderes de LIMITACIÓN en los interruptores de cabecera con poderes de corte y solicitudes térmicas para el disparo de los situados inmediatamente más abajo (FILIACIÓN). Para este método de cálculo y diseño se tendrán en cuenta las tablas proporcionadas por el fabricante de la Aparamenta. En cualquier caso el diseño debe llevarnos al resultado de que, ante un defecto en la instalación, éste quede despejado únicamente por el escalón más cercano situado aguas arriba del defecto, sin ningún deterioro sensible de las instalaciones.

Para la protección de personas contra contactos indirectos se dispondrá de disyuntores, Interruptores Diferenciales (ID) o Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDR), (su sensibilidad será la indicada en Mediciones) que complementará a la red de puesta a tierra de masas mediante conductor de protección (CP). Con este sistema de protección, podrá usarse indistintamente los Regímenes de Neutro TT o TN-S. No obstante, cuando se utilice el TN-S, la protección contra contactos indirectos de las líneas hasta el último escalón de protección, podrá estar realizada mediante los dispositivos de disparo de máxima intensidad en corto retardo que las protegen, realizándose dicha protección de conformidad con la IEC 364.

Los ID y DDR serán clase A, insensibles a las perturbaciones debidas a ondas de choque, siendo sensibles a corrientes alternas y continuas pulsantes. Los DDR irán asociados a un disyuntor con contactos auxiliares para la identificación remota de su estado Abierto o Cerrado.

Como excepción se establecerá para Quirófanos, Camas de U.V.I., Salas Exploraciones Especiales, y en general en todas aquellas salas de intervención sanitaria donde se usen receptores invasivos eléctricamente, un sistema de protección de personas definido en el R.E.B.T. en la ITC-BT-38, apartado 2. El transformador utilizado para ello deberá ser en "baja inducción", y dispondrá de pantalla entre primario y secundario; podrá ser trifásico o monofásico, según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando sea trifásico su grupo de conexión será Yd11 con tensiones de  $400 \pm 3 \pm 5 \% V$  en primario y 231 V en secundario, siendo la corriente capacitiva máxima entre primario y secundario, en todos los casos (monofásicos y trifásicos) inferior a 80  $\mu A$  y su potencia no superará los 7,5 kVA. Como complemento se exigirá un Monitor Detector de Fugas con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminoso ajustable; además dispondrá de señalización verde "correcto funcionamiento" y pulsador de parada para la alarma acústica. Cuando el Monitor Detector de Fugas sea por resistencia, la corriente máxima de lectura en c.c. que aportará en el primer defecto no será superior a 150  $\mu A$ , ni la de fuga en c.a. superior a 20  $\mu A$ . Estos cuadros "Paneles de Aislamiento" (PA) dispondrán además de un sistema de barras colectoras para conductores de protección y equipotencialidad, así como disyuntores para protección de los circuitos de distribución.

El Monitor Detector de Fugas dispondrá, en todos los casos, de un Terminal Remoto repetidor de las señales del propio monitor, o de un conjunto de monitores con indicación individualizada permitiendo al propio tiempo su Gestión Centralizada, para lo que deberá disponer de canal de comunicaciones además de capacidad de registro en memoria como archivo histórico. Con ello se conseguirá conocer y analizar datos en tiempo real.

El Transformador Separador será conforme a la UNE-20.615 y para unas intensidades iguales o inferiores a un 3% para la de vacío, y a 12 veces la intensidad nominal para la de pico en la conexión.

### **5.2.3.- Embarrados y Cableados.**

En los cuadros CGBT y CGD las conexiones entre interruptores y disyuntores con intensidades iguales o superiores a 250 A, se realizarán mediante pletina de cobre con cubierta termorretráctil en colores normalizados fijada a la estructura del cuadro con aisladores o rigidizadores de barraje. Tanto los soportes, como dimensión y disposición de pletinas, formarán un conjunto capaz de soportar los esfuerzos electrodinámicos ante un cortocircuito calculado para ellos en cada caso, de no quedar especificado en otros documentos del Proyecto. El conexionado entre pletinas, y entre ellas y la aparamenta se realizará con tornillería hexagonal de rosca métrica, dispuesta de arandelas planas y estriadas; todo en acero cadmiado. La sección de las pletinas permitirá, al menos, el paso de la intensidad nominal de los interruptores que alimentan, sin calentamientos.

La barra de Neutros será única en todo el recorrido dentro de los Cuadros Generales de Baja Tensión, no existiendo interrupción de la misma incluso en el caso de

barrajes separados para diferentes transformadores de potencia, vayan o no acoplados en paralelo.

Cuando los embarrados estén realizados con pletina de 5 mm de espesor ejerciéndose los esfuerzos electrodinámicos en el sentido de esta dimensión, los soportes de fijación del barraje no se distanciarán más de 35 cm, siempre que la pletina pueda vibrar libremente. Si la pletina es de 10 mm instalada en las mismas condiciones, esta distancia máxima entre soportes podrá ser de 50 cm. En ambos casos la carga máxima a la que se verá sometido el barraje de cobre frente a la corriente presunta de cortocircuito en él, deberá ser igual o inferior a 3500 kg/cm<sup>2</sup> para el cobre de dureza 110 Vickers y 3000 kg/cm<sup>2</sup> para el de dureza 100 Vickers. Como cálculo reducido para el cobre de 100 Vickers, podrán utilizarse la siguientes expresiones:

- Sin todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro ( viga apoyada en sus extremos ):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{65 \times d \times W} \leq 3000$$

donde:

<b>W</b>	Módulo resistente de la sección en cm <sup>3</sup>
<b>I<sub>cc</sub></b>	Intensidad de cortocircuito en kA
<b>L</b>	Distancia entre soportes del embarrado en cm
<b>d</b>	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

- Con todos los soportes rígidamente unidos a la estructura del cuadro ( viga empotrada en sus extremos ):

$$\text{Carga máxima} = \frac{I_{cc}^2 \times L^2}{98 \times d \times W} \leq 3000$$

donde:

<b>W</b>	Módulo resistente de la sección en cm <sup>3</sup>
<b>I<sub>cc</sub></b>	Intensidad de cortocircuito en kA
<b>L</b>	Distancia entre soportes del embarrado en cm
<b>d</b>	Distancia entre ejes de pletinas de fases en cm

Cuando el disparador de “corto retardo” disponga de regulación en tiempo, se comprobará que, para el tiempo ajustado, el barraje no se verá sometido a fatiga en el momento del cortocircuito. De estimarse que el número de pulsos que la temporización

admite da ocasión a fatiga del material, la carga máxima admitida como máximo en las expresiones anteriores será 1.200 kg/cm<sup>2</sup> para barrajes de cobre.

Con los valores obtenidos para la distancia entre apoyos y soportes, se comprobará que el barraje no se verá sometido a fenómenos de resonancia derivados de la pulsación propia de los esfuerzos electrodinámicos debidos a la corriente eléctrica que por él discurre.

La expresión por la que se rige la frecuencia propia de oscilación del embarrado es:

$$f = 50 \times 10^4 \times \frac{b}{L^2}$$

en donde:

- |          |   |
|----------|---|
| <b>b</b> | Longitud en cm. de la barra que puede vibrar libremente, medida en el sentido del esfuerzo. |
| <b>L</b> | Longitud en cm. medida entre apoyos o soportes rigidizadores del barraje.                   |

Teniendo en cuenta que los esfuerzos electrodinámicos del cortocircuito son pulsatorios de frecuencia principal propia doble que la de las corrientes que los crean ( $50 \times 2 = 100$  Hz), se ha de elegir una distancia entre apoyos del barraje que dé un

cociente entre ambas frecuencias  $\left(\frac{f}{50}\right)$  sensiblemente distinto de 1, 2 y 3.

Por lo general, el embarrado (tres fases y neutro) irá instalado en la parte superior del cuadro, estableciéndose una derivación vertical del mismo, por panel, para la distribución a disyuntores. En la parte inferior del cuadro, en toda la longitud, dispondrá de una barra (pletina de cobre) colectora de todas las derivaciones de la línea principal de tierra. Esta barra estará unida a la puesta a tierra de protección en B.T. del edificio, y a ella también irán unidas cada una de las estructuras metálicas de paneles que constituyen el cuadro. El color de la barra colectora será amarillo-verde.

Los cableados se realizarán para interruptores y disyuntores inferiores a 250 A. Siempre serán con cable flexible RZ1-K-0,6/1 kV provisto de terminales de presión adecuados a la conexión. Su canalización dentro del cuadro será por canaletas con tapas de PVC y una rigidez dieléctrica de 240 kV/cm. Los cables irán señalizados con los colores normalizados y otros signos de identificación con los esquemas definitivos. La conexión de los cables a las pletinas se realizará con el mínimo recorrido, usando siempre terminales redondos, tornillos, arandelas planas y estriadas en acero cadmiado, siendo la sección del cable la máxima admisible por el borne de conexión del disyuntor. En los cuadros CS se permitirá el uso de peines de distribución, debiendo cumplir las características que para este caso determina el fabricante.



Todas las salidas de disyuntores destinadas a alimentar receptores con consumos iguales o inferiores a 32 A estarán cableados hasta un regletero de bornas de salida en el interior del cuadro. Cada borna estará identificada con su disyuntor correspondiente. Los conductores de enlace entre los disyuntores y las bornas del cuadro seguirán siendo del tipo RZ1-K-0,6/1 kV, con la sección adecuada a la intensidad nominal del disyuntor que la protege.

No se admitirán otro tipo de conexiones en los cableados que las indicadas en este apartado.

#### **5.2.4.- Elementos accesorios.**

Se consideran elementos accesorios en los cuadros:

- Canaletas.
- Rótulos.
- Etiqueteros.
- Señalizaciones.
- Herrajes y fijaciones.
- Bornas.
- Retoques de pintura.

En general, son todos los elementos que, sin ser mencionados en Mediciones, se consideran incluidos en la valoración de otros más significativos y que, además, son imprescindibles para dejar los cuadros perfectamente acabados y ajustados a la función que han de cumplir.

Todos los cuadros dispondrán de una placa del Instalador Autorizado con su número, en donde figure la fecha de su fabricación, intensidad máxima, poder de corte admisible en kA y tensión de servicio.

#### **5.3.- PANELES DE AISLAMIENTO.**

Estos paneles tienen como objeto el cumplimiento de la ITC-BT-38 apartado 3 para la protección contra contactos indirectos en todas aquellas salas en donde, desde el punto de vista eléctrico, un receptor penetra parcial o completamente en el interior del cuerpo humano, bien por un orificio corporal o bien a través de la superficie corporal, es decir, aquellos receptores aplicados que por su utilización endocavitaria pudieran

presentar riesgo de microchoque sobre el paciente, los cuales tiene que conectarse a la red de alimentación a través de un transformador de aislamiento.

La construcción de estos Paneles de Aislamiento (PA) será conforme a la ITC-BT-38 apartado 2.1.3 y a la norma UNE-20.615, siendo su contenido el reflejado para cada uno de ellos en planos de esquemas de los mismos adjuntos al proyecto.

Las características eléctricas de los elementos principales incluidos en ellos son:

- Transformador de Aislamiento.- Será en baja inducción (igual o inferior a 8000 gauss) y dispondrá de pantalla entre primario y secundario. Su tensión de cortocircuito deberá ser igual o inferior al 8%, y la corriente de fuga capacitiva de primario a secundario igual o inferior a 80 microamperios.
- Dispositivo de Vigilancia de Aislamientos.- Será del tipo resistivo con indicador permanente del nivel de aislamiento y sistema de alarma acústico-luminosa ajustable. Además dispondrá de señalización verde “correcto funcionamiento” y pulsador de parada para la alarma acústica, siendo la máxima fuga en c.a. inferior a 20 microamperios, y la de lectura en c.c. no superará los 150 microamperios. Asimismo dispondrá de salida para Terminal Remoto repetidor de las señales del propio monitor o de un conjunto de monitores, con indicación individualizada, permitiendo al propio tiempo su gestión centralizada.
- Barras colectoras EE y PT.- Estarán construidas mediante dos pletinas de cobre de 300 mm de longitud, 25 mm de altura y 5 mm de espesor, con taladros roscados, tornillo y arandela estriada para la conexión de conductores equipotenciales y de protección. Ambas pletinas irán fijadas al bastidor metálico del panel mediante soportes aislados.

## **6.- CABLES ELÉCTRICOS AISLADOS DE BAJA TENSIÓN.**

### **6.1 GENERALIDADES.**

Los cables aislados que este apartado comprende, se refiere a aquellos destinados fundamentalmente al transporte de energía eléctrica para tensiones nominales de hasta 1.000 V y sección máxima de 300 mm<sup>2</sup>. De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todos ellos no propagadores del incendio y llama, baja emisión de humos, reducida toxicidad y cero halógenos para redes de distribución Categoría A. Los cables para instalación enterrada serán no propagadores del incendio y llama, y reducida emisión de halógenos. Podrán ser en cobre o en aluminio.

La naturaleza del conductor quedará determinada por Al cuando sea en aluminio, no teniendo designación alguna cuando sea en cobre.

Por su tensión nominal los cables serán 450/750 V con tensión de ensayo 2.500 V, o 0,6/1 kV con tensión de ensayo a 3.500 V, cumpliendo estos últimos con las especificaciones de la Norma UNE-HD603.

Los cables serán por lo general unipolares, salvo cuando se indique lo contrario en otros documentos del Proyecto. Se distinguirán por los colores normalizados: fases en Marrón, Negro y Gris; neutro en Azul, y cable de protección Amarillo-Verde (ITC-BT-19 punto 2.2.4). Una vez establecido el color para cada una de las fases, deberá mantenerse para todas las instalaciones eléctricas de la edificación. Cuando por cualquier causa los cables utilizados no dispongan de este código de colores, deberán ser señalizados en todas sus conexiones con el color que le corresponde. Todos deberán ser dimensionados para:

- Admitir las cargas instaladas sin sobrecalentamientos, salvo para Transformadores y Grupos Electrógenos que será para sus potencias nominales.
- Resistir las solicitaciones térmicas frente a cortocircuitos, limitadas por los sistemas de protección diseñados y sin menoscabo de la selectividad en el disparo.
- Que las caídas de tensión a plena carga, cuando se parte de un Centro de Transformación propio (ITC-BT-19), deben ser iguales o inferiores al 4,5% en alumbrado y del 6,5% en fuerza, consideradas desde las bornas de baja del transformador hasta el punto más alejado de la instalación. Estas caídas hasta los Cuadros Secundarios de zona, deberán ser calculadas teniendo en cuenta las resistencias y reactancias de los conductores a 60°C y 50Hz. Cuando la acometida es en Baja Tensión las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% en alumbrado y 5% en fuerza.

Las intensidades admisibles por los cables se calcularán de conformidad con el R.E.B.T., ITC-BT-07 e ITC-BT-19 con la aplicación de la UNE-20.460-5-523. En ningún caso se instalarán secciones inferiores a las indicadas en Proyecto, ni a 1,5mm<sup>2</sup>.

Por el tipo de aislamiento, en cuanto a las temperaturas máximas que pueden soportar los cables, éstos se han clasificado en dos tipos:

- Cables aislamiento en seco para temperatura de servicio permanente 70°C y de 160°C en cortocircuitos con duración igual o inferior a 0,5 segundos.
- Cables aislamiento en seco para temperatura de servicio permanente 90°C y de 250°C en cortocircuitos con duración igual o inferior a 5 segundos.

## **6.2.- TIPO DE CABLES ELÉCTRICOS Y SU INSTALACIÓN (ES07Z1-450/750V-AS).**

### **6.2.1.- Cables Eléctricos para temperatura de servicio 70°C.**

Serán para instalación bajo tubo o canales de protección y cumplirán con las Normas UNE 211002, 50.265, 50.266, 20.427, 50.267, 50.268, 50.267 y 50.268, referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego y niveles de toxicidad; su tensión asignada será 450/750 V, cumpliendo con la ITC-BT-28 punto 4, correspondiendo a la denominación ES07Z1 450/750V (AS).

Su utilización será para circuitos de distribución a puntos de luz, tomas de corriente hasta de 40 A y conductores de protección aislados. Todos ellos serán en cobre.

En los cuadros y cajas de registro metálicas, los cables se introducirán a través de boquillas protectoras.

El número de cables a instalar por tubo en función de las secciones de los mismos y el diámetro del tubo, serán las indicadas en el apartado “Generalidades” del capítulo Canalizaciones. Referente a las canales, se tendrán en cuenta los cálculos que para este caso tienen las especificaciones técnicas del fabricante.

Las conexiones entre conductores se realizarán siempre con regletas o bornas aisladas externamente, de tal forma que una vez conexionadas, no queden partes conductoras accesibles. Estas conexiones siempre se realizarán en cajas de registro o derivación; nunca en el interior de las canalizaciones (tubos o canales).

Los cables podrán ser rígidos o flexibles. Cuando se utilicen flexibles, todas sus conexiones se realizarán con terminales a presión apropiados a la sección y tipo de conexión.

Este tipo de cables serán asimilables en cuanto intensidad admisible a los definidos en el R.E.B.T. con la designación PVC. Por lo tanto, las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-19, tablas y Norma UNE-20.460-94/5-523.

De conformidad con la UNE 21.145, para la clase de aislamiento (160°C) de estos cables (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos) la formula aplicable de calentamiento adiabático a un conductor en cobre de este tipo de aislamiento será:  
 $I_{cc} \times t = 13225 \times S^2$ .

#### **6.2.2.- Cables Eléctricos para temperatura de servicio 90°C e instalación al aire (RZ1-0,6/1kV-AS).**

Serán para instalación en bandejas y cumplirán con las Normas UNE 21.123, 50.265, 50.266, 20.427, 50.267, 50.268 y 50.267 referentes a sus características constructivas, comportamiento ante el fuego, no propagación del incendio y total ausencia de halógenos; su tensión asignada será 0,6/1 kV, cumpliendo con la ITC-BT-28 ounto 4 y correspondiendo a la denominación RZ1-0,6/1 kV (AS).

Su utilización será para interconexiones en Baja Tensión entre CT y CGBT, entre GE y CGBT, entre CGBT y CGDs, así como entre CGDs y CSs. Podrán ser en cobre o aluminio, según se indique en Mediciones y Planos del Proyecto, así como unipolares o multiconductores.

Su forma de instalación será la indicada en el apartado “Bandejas” del capítulo de Canalizaciones.

Los cables se instalarán de una sola tirada entre cuadros de interconexión, no admitiéndose empalmes ni derivaciones intermedias.

Cuando en un circuito se necesite utilizar más de un conductor por polo, todos ellos serán de las mismas características, sección, naturaleza del conductor, trazado y longitud.

En sus extremos, y con el fin de que las conexiones queden sin tensiones mecánicas, los cables se fijarán a los bastidores de los cuadros mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6, estabilizada para intemperie, color negro, tensadas y cortadas con herramienta apropiada.

En los cambios de plano o dirección, el radio de curvatura de los cables no deberá ser inferior a 10 veces el diámetro del mismo.

Las conexiones de los conductores se realizarán mediante terminales a presión apropiados a la sección, debiendo ser bimetálicos en los de aluminio. En casos justificados podrán utilizarse palas de "deribornes" en sustitución de los terminales.

Los terminales se acoplarán a los extremos de los conductores de tal manera que no queden partes del material conductor fuera del manguito de conexión, fijándose por prensado mediante compactado hexaédrico con máquina hidráulica. Todos los terminales se encintarán con el color correspondiente a su fase o neutro, cubriéndose todo el manguito de conexión más 30 mm del conductor aislado.

Las ranuras en cuadros, para acceso de cables, se protegerán con burletes de neopreno que impidan el contacto directo de los conductores con los bordes.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 11 (aluminio) y 12 (cobre), así como factores de corrección según tablas 13,14 y 15 del R.E.B.T para instalación en Galerías Ventiladas, o la ITC-BT-19, tabla 1 con aplicación de la UNE-20.460-5-523 referente a los coeficientes de corrección. En ambos casos asimilables a los cables definidos en el R.E.B.T. con la designación XLPE.

De conformidad con la UNE 21.145 para la clase de aislamiento (250° C) de estos cables, (duración del cortocircuito inferior a 5 segundos), la fórmula aplicable de calentamiento adiabático será  $I_{cc2} \times t = 20473 \times S^2$  para conductor de cobre, e  $I_{cc2} \times t = 8927 \times S^2$  para el aluminio.

### **6.2.3.- Cables Eléctricos para temperatura de servicio 90°C e instalación enterrada (RV-0,6/1kV).**

Serán para instalación directamente enterrada o en tubo. Cumplirá con las Normas UNE 21.123, 50.265 y 50.267 referentes a sus características constructivas, y su tensión asignada será 0,6/1 kV, correspondiendo a la denominación RV-0,6/1 kV.

Estos se enterrarán a una profundidad mínima de 70 cm en general y de 80 cm bajo calzadas. Cuando vayan directamente enterrados, la zanja se abrirá a 85 cm de profundidad y 60 cm de ancho. Sobre el terreno firme del fondo, se colocará un lecho de arena de río (nunca de mar) o tierra vegetal tamizada de 15 cm de espesor, sobre el que se tenderán los cables. Sobre ellos se colocará una nueva capa del mismo material que la cama, con unos 20 cm de espesor. Posteriormente se rellenará la zanja con el material que se sacó para hacerla, teniendo presente la necesidad de colocar señalizaciones que denuncien la presencia de los cables en futuras excavaciones. Como señalizaciones se colocará una hilera de ladrillos macizos por encima de los cables a 25 cm, y por encima de los ladrillos una cinta o banda de polietileno de color amarillo en donde se advierte de la presencia inmediata de cables eléctricos. La cinta será según Norma UNE 48.103.

Cuando por una misma zanja se instalen más de un cable tetrapolar o terna de unipolares la distancia entre ellos debe ser de 8 cm.

En los cruces de calles y badenes se procederá a entubar los cables como medida de protección, no debiendo ser la longitud entubada más de 20 m. Si esta longitud fuera superior, deben aplicarse los factores de corrección correspondientes para cables

entubados y calcular la carga máxima en amperios que los cables pueden admitir sin sobrecalentamiento en estas condiciones.

Las intensidades máximas admisibles serán las determinadas en la ITC-BT-07, tablas 4 (aluminio) y 5 (cobre), así como factores de corrección según tablas 6,7,8,9 y apartados 3.1.2 y 3.1.3 del R.E.B.T. para aislamiento XLPE

Cuando la instalación sea en tubo enterrado, la zanja y sistemas de señalización serán idénticos a los descritos anteriormente. En este caso los tubos se registrarán mediante arquetas de 150×150 cm separadas como máximo 30 m. Las arquetas, una vez pasados los cables, se llenarán con arena de río y se cerrarán con tapa enrasada con el pavimento. La intensidad admisible para cables en esta forma de instalación deberá ser calculada teniendo en cuenta un 0,7 por ir en tubos múltiples, más un 0,9 adicional (total  $0,7 \times 0,9 = 0,63$ ) para compensar el posible desequilibrio de la intensidad entre cables cuando se utilicen varios por fase. Siempre partiendo de que los cables vayan enterrados a 60 cm como mínimo de la superficie del terreno y que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de los cables agrupados sea igual o superior a 2.

Una variante a la instalación en tubo enterrado calificada como más aconsejable, la constituye el empleo de atarjeas con tapas registrables, en donde los cables clasificados en ternas se fijan a soportes formados por perfiles metálicos normalizados recibidos a las paredes, garantizando en ellas la ventilación por los extremos.

En el tendido de cables mediante sistemas mecánicos de tracción y rodadura, se dispondrá de un dinamómetro y sistema calibrado de protección por ruptura, que interrumpa la tracción al superarse los esfuerzos máximos de 5 kg/mm<sup>2</sup> de sección del conductor de cobre, o de 2,5 kg en el caso de aluminio. La velocidad de tendido no debe exceder de 5 m/min.

Para estos cables también rigen las prescripciones del apartado anterior.

#### **6.2.4.- Cables Resistentes al Fuego para temperatura de servicio 90°C e instalación al aire (RZ1-0,6/1kV-AS+).**

La característica particular es la de su comportamiento ante el fuego, debiendo cumplir el ensayo especificado en las Normas UNE 20.431 y UNE-EN 50.200. El resto de características serán las indicadas en el apartado de Cables Eléctricos RZ1-0,6/1kV (AS) de este capítulo. Su denominación corresponde a RZ1-0,6/1 kV (AS+).

## **7.- CANALIZACIONES.**

### **7.1 GENERALIDADES.**

Se incluyen en este apartado todas las canalizaciones destinadas a alojar, proteger y canalizar conductores eléctricos. También se incluyen, al formar parte de ellas, las cajas y armarios prefabricados de paso y derivación, metálicos, de baquelita o materiales sintéticos aislantes, para tensiones nominales inferiores a 1000V. Las canalizaciones aceptadas para estos usos entrarán en la siguiente clasificación:

- Bandejas metálicas.
- Bandejas en material de PVC rígido.
- Canales protectores metálicos.
- Canales protectores en material PVC rígido.
- Tubos metálicos.
- Tubos en material PVC curvable en caliente.
- Tubos en material PVC flexible.
- Tubos especiales.

Las bandejas metálicas y de PVC pueden ser continuas o perforadas. Las metálicas, a su vez, de escalera o de varillas de sección circular. Todas ellas serán sin tapa para diferenciarlas de las canales, siendo su montaje sobre soportes fijados a paredes y techos.

Las canales metálicas pueden ser para montaje empotrado en suelo o mural adosadas a paredes y techos. También podrán ser instaladas sobre soportes fijados a paredes y techos a semejanza de las bandejas. Las canales en PVC serán todas para montaje mural.

Antes del montaje en obra de las bandejas y canales, la Empresa Instaladora (EI) entregará a la Dirección Facultativa (DF) para su aprobación si procede, planos de planta donde se refleje exclusivamente el trazado a doble línea con dimensiones reales de bandeja y canales, las líneas que conducen por cada tramo, sus ascendentes en Montantes, así como detalles de soportes y fijaciones a paredes y techos disposición de los conductores en ellas con sus ataduras etc. En estos planos también irán representados todos los cuadros y tomas eléctricas, con su identificación correspondiente, entre los que bandejas y canales sirven de canalizaciones para los cables de líneas de interconexión entre ellos.



Los tubos rígidos, sean metálicos o de PVC, se utilizarán para instalaciones adosadas (fijadas a paredes y techos) que vayan vistas.

Los tubos de PVC flexible se utilizarán para instalaciones empotradas u ocultas por falsos techos.

Dentro de los tubos especiales, todos ellos para instalación vista, se incluyen los de acero flexible, acero flexible con recubrimiento de PVC, los flexibles en PVC con espiral de refuerzo interior en PVC rígido y flexibles en poliamida, por lo general destinados a instalaciones móviles para conexión a receptores.

En el montaje de los tubos se tendrá en cuenta la instrucción ITC-BT-21 del R.E.B.T., teniendo presente que, en cuanto al número de conductores a canalizar por tubo en función de la sección del conductor y el diámetro exterior del tubo se regirá por la siguiente tabla:

CONDUCTOR MM2																	
Tubo Mm	Hilo rígido unipolar V-750							Hilo rígido unipolar 0,6/1 kV				Hilo rígido tetrapolar 0,6/1 kV					
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	6	10	16	25	2,5	4	6	10	16	25
16	4	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	6	5	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	7	6	5	3	2	-	-	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-
32	-	7	6	5	4	3	2	4	3	2	-	-	1	1	-	-	-
40	-	-	7	6	5	4	3	5	4	3	2	-	1	1	1	1	-
50	-	-	-	-	7	6	4	7	6	5	4	2	1	1	1	1	1
63	-	-	-	-	-	7	6	-	7	6	5	3	2	2	1	1	-
75	-	-	-	-	-	-	7	-	-	7	6	3	3	2	2	2	-

Para casos planteados en obra y no solucionados en esta tabla, el diámetro de tubería necesario para un cable tetrapolar más un unipolar, o bien cinco unipolares rígidos, puede calcularse mediante la expresión  $\text{Diámetro Tubo} = 10 \times S^{1/2}$ , siendo S la sección comercial del conductor hasta 95 mm<sup>2</sup> como máximo.

## **7.2.- MATERIALES.**

### **7.2.1.- Bandejas.**

Quedarán identificadas porque irán instaladas sin tapa y los conductores se canalizarán en una sola capa, considerando que una capa está formada por el diámetro de un cable tetrapolar o de cuatro unipolares de un mismo circuito trifásico agrupados.

En las bandejas los cables irán ordenados por circuitos y separados entre ellos una distancia igual al diámetro del cable tetrapolar o terna de unipolares que lo forman. Cuando el circuito exija más de un conductor unipolar por fase, se formarán tantas ternas como número de cables tengan por fase, quedando cada una de ellas separadas de las otras colindantes un diámetro de las mismas. Los cables así ordenados y sin cruces entre ellos, quedarán fijados a las bandejas mediante ataduras realizadas con bridas de cremallera fabricadas en Poliamida 6.6, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. Esta fijación se hará cada dos metros.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, todas las bandejas, sean del tipo que fueren, serán perforadas para facilitar la refrigeración de los cables. Las bandejas metálicas serán galvanizadas en caliente (UNE 27- 501/88 y 37- 508/88) en acero inoxidable o zincadas, disponiendo todos los soportes del mismo tratamiento, piezas, componentes, accesorios y tornillería necesarios y utilizados en su montaje. Cuando en la mecanización se deteriore el tratamiento, las zonas afectadas deberán someterse a un galvanizado en frío. No se admitirán soportes ni elementos de montaje distintos de los previstos para ello por el fabricante de la bandeja, salvo que la utilización de otros sea justificada con los cálculos que el caso requiera. La utilización de uno u otro soporte estará en función del paramento a que se haya de amarrar y de las facilidades que deben proporcionar para echar los cables en ella sin deterioro sensible de su aislamiento funcional.

Las bandejas metálicas se suministrarán montadas con todos los soportes, uniones, curvas, derivaciones, etc, (normalmente no relacionados tácitamente en Mediciones) necesarios para su correcto montaje, llevando un cable desnudo en cobre de 16 mm<sup>2</sup> para la tierra en todo su recorrido.

El trazado en obra será en función de la geometría del edificio, siguiendo el recorrido de galerías de servicio, pasillos con falsos techos registrables o con acceso fácil a través de registros previstos a tal efecto. En los patinillos de ascendentes eléctricas, las bandejas se fijarán sobre perfiles distanciadores que las separen de la pared 40 mm como mínimo.

Para dimensionado de soportes, distancia entre ellos y sección de bandejas, se tendrá en cuenta el número, tipo, diámetro y peso de cables a llevar para adaptarse al cálculo facilitado por el fabricante, teniendo presente, además, el agrupamiento de cables indicado anteriormente. No se admitirán distancias entre soportes mayores de

1.500 mm. El espesor de la chapa de la bandeja será de 1,5 mm y las varillas tendrán un diámetro de 4,5-5 mm.

Para las bandejas metálicas, en el montaje, se establecerán cortes en su continuidad cada 15 metros que eviten la transmisión térmica. Esta interrupción no afectará a su conductor de puesta a tierra. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en todos los extremos.

Cuando los soportes metálicos de las bandejas (también metálicas) estén en contacto con herrajes cuyas puestas a tierra tienen que ser independientes (Centro de Transformación y CGBT), se interrumpirá su continuidad con un corte de 15 cm entre los soportes conectados a una u otra puesta a tierra. En este caso también se interrumpirá el conductor de equipotencialidad de la bandeja.

Las bandejas de PVC rígido serán para temperaturas de servicio de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+60^{\circ}\text{C}$ , clasificación M1 según UNE 23.727-90, no propagadoras de incendio según UNE 20.432-85 y no inflamables según UNE 53.315-86. Su rigidez dieléctrica será como mínimo de 240 kV/cm según UNE 21.316-74. Sus dimensiones, pesos y carga corresponderán con la siguiente tabla, siempre que los soportes no estén separados entre sí más de 1.500 mm y con flecha longitudinal inferior al 1 % a  $40^{\circ}\text{C}$ .

<b>Alto <math>\times</math> ancho (mm)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Peso (kg/m)</b>	<b>Carga (kg/m)</b>
60 $\times$ 200	2,7	1,810	22,5
60 $\times$ 300	3,2	2,770	33,7
60 $\times$ 400	3,7	3,700	45,6
100 $\times$ 300	3,7	3,690	57,3
100 $\times$ 400	4,2	4,880	77,2
100 $\times$ 500	4,7	6,350	96,6
100 $\times$ 600	4,7	7,230	116,5

Para el trazado, suministro y montaje de estas bandejas regirán los mismos criterios establecidos anteriormente para las metálicas.

En galerías donde las bandejas con cables eléctricos compartan espacios con otras instalaciones, especialmente tuberías de agua, se instalarán siempre por encima de ellas permitiendo al propio tiempo el acceso a sus cables, bien para ser sustituidos, bien para ampliación de los mismos. En estas galerías con cables eléctricos, no está permitido el paso de tuberías de gas (ITC-BT-07 apartado 2.1.3.1).

### 7.2.2.- Canales protectores.

Quedarán identificadas por ser cerradas de sección rectangular debiendo cumplir con la ITC-BT-21 y UNE-EN 50.085-1. Pueden ser de sección cerrada o con tapa. Por lo general las primeras serán metálicas para instalación empotrada en el suelo; las segundas serán en PVC o metálicas para montaje mural, pudiendo ser a su vez continuas o ventiladas.

Todas las canales dispondrán de hecho, o tendrán posibilidad, de tabiques divisores que permitan canalizar por ellas cables destinados a diferentes usos y tensiones de servicio.

No se admitirán como canales de PVC rígido, aquellas que disponiendo de sección rectangular y tapa, sus tabiques laterales dispongan de ranuras verticales para salidas de cables. Estas se identificarán como "canaletas" y su uso quedará restringido a cableados en cuadros eléctricos.

Las canales eléctricas para empotrar en suelo serán en chapa de acero de 1,5 mm de espesor galvanizados en caliente (UNE-27.501/88 y 37.508/88) y su resistencia mecánica, así como su montaje estarán condicionados al tipo y acabados de suelos. Las cajas de registro, derivación y tomas de corriente o salidas de cables, serán específicas para este tipo de instalación, siendo siempre en fundición de aluminio o chapa de hierro galvanizado de 1,5 mm de espesor. Estas canales serán de 200×35 mm con uno o varios tabiques separadores.

Las canales metálicas para superficie o montaje mural podrán ser de aluminio, en chapa de hierro pintada o en acero inoxidable, según se especifique en Mediciones. Dispondrán de elementos auxiliares en su interior para fijar y clasificar los cables. Dentro de estas canales cabe diferenciar a las destinadas a albergar tomas de corriente, dispositivos de intercomunicación y usos especiales (encimeras de laboratorio, cabeceros de cama, boxes, etc) que serán en aluminio pintado en color a elegir por la DF, fijados a pared con tapa frontal troquelable y dimensiones suficientes para instalar empotrados en ellas los mecanismos propios de uso a que se destinan.

Las canales de PVC rígido cumplirán las mismas normas indicadas para las bandejas, siendo sus dimensiones, espesores, pesos y cargas los reflejados en la siguiente tabla, para soportes no separados más de 1.500 mm y con una flecha longitudinal inferior al 1% a 40°C:

<b>Alto × ancho (mm)</b>	<b>Espesor (mm)</b>	<b>Peso (kg/m)</b>	<b>Carga (kg/m)</b>
50×75	2,2	1,180	6,7
60×100	2,5	1,190	10,8
60×150	2,7	2,310	16,6
60×200	2,7	2,840	22,5
60×300	3,2	4,270	33,7
60×400	3,7	5,970	45,6

Para el trazado, suministro y montaje, además de lo indicado para bandejas, se tendrá presente el uso a que van destinadas, quedando condicionadas a ello su altura, fijación, soportes, acabado, color, etc. Su instalación será realizada conforme a la UNE-20.460-5-52 e instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

### 7.2.3.- Tubos para instalaciones eléctricas.

Quedan encuadrados para este uso, los siguientes tubos cuyas características se definen en cada caso, cumpliendo todos ellos con la ITC-BT-21 del R.E.B.T:

- Tubos en acero galvanizado con protección interior.
- Tubos en PVC rígidos.
- Tubos en PVC corrugados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados.
- Tubos en PVC corrugados reforzados para canalización enterrada.

Los tubos de acero serán del tipo contruidos en fleje laminado en frío, recocido o caliente con bajo contenido de carbono, cumpliendo con las normas EN-60.423 y UNE-50.086-1 apartados 10.3, 12.1 y 14.2. El recubrimiento exterior será mediante galvanizado electrolítico en frío, y el interior mediante pintura anticorrosiva, salvo que en casos especiales se indiquen otros tipos de tratamiento en algún documento del Proyecto. Podrán ser para uniones roscadas o enchufables siendo sus diámetros y espesores de pared en mm en cada caso, los siguientes:

## TUBOS DE ACERO DE UNIONES ROSCADAS

Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,25	1,25	1,35	1,35	1,55	1,52	2,00	-
Pliego de Condiciones									- 188 -

## TUBOS DE ACERO DE UNIONES ENCHUFABLES

Ø referencia	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Ø exterior/mm	-	16	20	25	32	40	50	63	-
Espesor pared/mm	-	1,05	1,05	1,05	1,25	1,25	1,55	1,55	-

La utilización de uno u otro tipo de tubo quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

No se utilizarán otros accesorios de acoplamiento que no sean los del propio fabricante. Las curvas hasta 50 mm podrán ser realizadas en obra mediante máquina curvadora en frío, nunca con otros medios que deterioren el tratamiento exterior e interior del tubo. Cuando el tubo sea roscado, las uniones realizadas en obra deberán ser protegidas con un tratamiento sustitutorio del original deteriorado por las nuevas roscas.

Los tubos de PVC rígido serán fabricados a partir de resinas de policloruro de polivinilo en alto grado de pureza y gran resistencia a la corrosión, cumpliendo con las normas EN-60.423, UNE-50086-1 y 50086-2-1, así como la UNE-20.432 (no propagador de la llama). Podrán ser para uniones roscadas o enchufables, curvables en caliente, siendo sus diámetros y espesores de pared en mm los siguientes:

<b>Ø referencia</b>	-	16	20	25	32	40	50	63
<b>Ø exterior/mm</b>	-	16	20	25	32	40	50	63
<b>Espesor pared/mm</b>	-	2,25	2,30	2,55	2,85	3,05	3,6	5

La utilización del tubo roscado o enchufable, quedará determinada en Mediciones del Proyecto.

Para la fijación de estos tubos así como para los de acero, se utilizarán en todos los casos abrazaderas adecuadas al diámetro del tubo, cadmiadas o zincadas para clavo o tornillo. La distancia entre abrazaderas no será superior a 500 mm. Además, deberán colocarse siempre abrazaderas de fijación en los siguientes puntos:

- A una distancia máxima de 250 mm de una caja o cuadro.
- Antes y después de una curva a 100 mm como máximo.
- Antes y después de una junta de dilatación a 250 mm como máximo.

Cuando el tubo sea del tipo enchufable, se hará coincidir la abrazadera con el manguito, utilizando para ello una abrazadera superior a la necesaria para el tubo.

Los tubos corrugados en PVC, serán para instalación empotrada únicamente. Como los anteriores, serán conforme a la UNE 20.432 (no propagadores de la llama),

con dimensiones según UNE 50.086-2-3 y UNE-60.423, siendo su resistencia al impacto de un julio.

Los tubos corrugados reforzados en PVC, serán para instalación empotrada u oculta por falsos techos. Cumplirán con las mismas normas de los anteriores, siendo la resistencia al impacto de dos julios.

La fijación de los tubos corrugados por encima de falsos techos se realizará mediante bridas de cremallera en Poliamida 6.6 y taco especial, ajustadas y cortadas con herramienta apropiada. La distancia entre fijaciones sucesivas no será superior a 1000 mm.

El uso de uno u otro tubo para su montaje empotrado u oculto por falsos techos, quedará determinado en otro Documento del Proyecto.

Los tubos para canalizaciones eléctricas enterradas, destinadas a urbanizaciones, telefonías y alumbrado exterior, serán en PVC del tipo corrugado construido según UNE-50.086-2-4 con una resistencia a la compresión de 250 N. Siendo sus diámetros en mm los siguientes:

<b>Ø referencia</b>	50	65	80	100	125	160	200
<b>Ø exterior/mm</b>	50	65,5	81	101	125	148	182
<b>Espesor pared/mm</b>	43,9	58	71,5	91	115	148	182

Los tubos especiales se utilizarán, por lo general, para la conexión de maquinaria en movimiento y dispondrán de conectores apropiados al tipo de tubo para su conexión a canales y cajas.

Para la instalación de tubos destinados a alojar conductores se tendrán en cuenta, además de las ITC-BT-19, ITC-BT-20 y la ITC-BT-21, la Norma UNE-20.460-5-523 y las siguientes prescripciones:

- Los tubos se cortarán para su acoplamiento entre sí o a cajas debiéndose repasar sus bordes para eliminar rebabas.
- Los tubos metálicos se unirán a los cuadros eléctricos y cajas de derivación o paso, mediante tuerca, contratuerca y berola.
- La separación entre cajas de registro no será superior a 8 m en los casos de tramos con no más de tres curvas, y de 12 m en tramos rectos.
- El replanteo de tubos para su instalación vista u oculta por falsos techos, se realizará con criterios de alineamiento respecto a los elementos de la construcción, siguiendo paralelismos y agrupándolos con fijaciones comunes en los casos de varios tubos con el mismo recorrido.

- En tuberías empotradas se evitarán las rozas horizontales de recorridos superiores a 1,5 m. Para estos casos la tubería deberá instalarse horizontalmente por encima de falsos techos (sin empotrar) enlazándose con las cajas de registro, que quedarán por debajo de los falsos techos, y desde ellas, en vertical y empotrado, se instalará el tubo.
- No se utilizarán como cajas de registro ni de paso, las destinadas a alojar mecanismos, salvo que las dimensiones de las mismas hayan sido escogidas especialmente para este fin.
- Las canalizaciones vistas quedarán rígidamente unidas a sus cajas mediante acoplamiento diseñados apropiadamente por el fabricante de los registros. La fijación de las cajas serán independientes de las de canalizaciones.
- El enlace entre tuberías empotradas y sus cajas de registro, derivación o mecanismo, deberá quedar enrasada la tubería con la cara interior de la caja y la unión ajustada para impedir que pase material de fijación a su interior.
- Los empalmes entre tramos de tuberías se realizarán mediante manguitos roscados o enchufables en las de acero, PVC rígido o PVC liso reforzado. En las de PVC corrugado, se realizará utilizando un manguito de tubería de diámetro superior con una longitud de 20 cm atado mediante bridas de cremallera. En todos los casos los extremos de las dos tuberías, en su enlace, quedarán a tope.

#### **7.2.4.- Cajas de registro, empalme y mecanismos.**

Podrán ser de plástico, metálicas o de metal plastificado, de forma circular o rectangular, para tensión de servicio a 1.000 V. La utilización de unas u otras estará en función del tipo de instalación (vista o empotrada) y tubería utilizada.

Las dimensiones serán las adecuadas al número y diámetro de las tuberías a registrar, debiendo disponer para ellas de entradas o huellas de fácil ruptura. La profundidad mínima será de 30 mm.

Las cajas de mecanismos para empotrar, serán del tipo universal enlazables, cuadradas de 64×64 mm para fijación de mecanismos mediante tornillos.

Las cajas metálicas dispondrán de un tratamiento específico contra la corrosión.

Todas las cajas, excepto las de mecanismos, serán con tapa fijada siempre por tornillos protegidos contra la corrosión.

Cuando las cajas vayan empotradas, quedarán enrasadas con los paramentos una vez terminados, para lo cual se tendrá un especial cuidado en aquellos que su acabado sea alicatado.



---

Todas las tapas de los registros y cajas de conexión, deberán quedar accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.

La situación de registros se realizará de conformidad con la DF, siempre con el fin de que queden accesibles y al propio tiempo lo más ocultos posibles.

## **8.- INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.**

### **8.1.- GENERALIDADES.**

Las características de estas instalaciones cumplirán como regla general con lo indicado en la Norma UNE-20.460-3, y las ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-22, ITC-BT-23, ITC-BT-24, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, siendo las intensidades máximas admisibles por los conductores empleados las indicadas en la Norma UNE-20.460-5-523 y su anexo Nacional. Asimismo, las caídas de tensión máximas admisibles serán del 3% para la instalación de alumbrado y del 5% para las de fuerza desde la Caja General de B.T. hasta el punto más alejado de la instalación para el caso de una acometida en Baja Tensión. Cuando las instalaciones se alimenten directamente en Alta Tensión mediante un Centro de Transformación propio, se considerará que las instalaciones interiores de Baja Tensión tiene su origen en las bornas de salida en B.T. de los transformadores, en cuyo caso las caídas de tensión máximas admisibles serán del 4.5% para alumbrado y del 6.5% para fuerza, partiendo de una tensión de 420 V entre fases (243 entre fase y neutro) como tensiones en B.T. de vacío de los transformadores.

Estas instalaciones, definidas en la ITC-BT-12 del R.E.B.T. como de “ENLACE”, cuando partan de un Centro de Transformación propio constarán de los apartados que a continuación se describen.

### **8.2.- LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA).**

Enlazará las bornas de B.T. de los transformadores con los interruptores de protección en B.T. de los mismos, situados generalmente en el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT). Su realización será conforme a lo indicado para ella en la Memoria Descriptiva de este proyecto.

Su cálculo y diseño se realizará para transportar las potencias nominales de los transformadores y de los grupos electrógenos que como suministros normal y complementario han de alimentar al cuadro CGBT.

### **8.3.- CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT).**

Está destinado a alojar los dispositivos de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos de las líneas de llegada procedentes de los transformadores de potencia y grupos electrógenos que lo alimentan, así como de los correspondientes a las líneas de salida alimentadoras de Cuadros Generales de Distribución (CGDs) o Secundarios de zona (CSs), diseñados para las instalaciones interiores según el documento de planos de este proyecto.

#### **8.4.- LÍNEAS DE DERIVACIÓN DE LA GENERAL (LDG) E INDIVIDUALES (LDI).**

Las LGD enlazarán el cuadro CGBT con los Cuadros Generales de Distribución, y las LDI éstos con los Cuadros Secundarios, o bien el cuadro CGBT con los CSs cuando no es necesario prever CGDs.

Su cálculo y diseño se realizará conforme a las potencias instaladas y simultáneas relacionadas en otros documentos de este proyecto, cumpliendo con los criterios que para ellas han quedado definidas en el apartado de “Generalidades” correspondiente a CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

Cuando estas líneas discurren verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o patinillo de obra de fábrica cuyas paredes deben ser RF-120, siendo de uso exclusivo para este fin y estableciéndose sellados cortafuegos que taponarán las ranuras de forjados cada tres plantas como mínimo. Las tapas o puertas que den acceso a las canaladuras o patinillos serán RF-60 y dispondrán de cerradura con llave, así como rejilla de ventilación en material intumescente.

#### **8.5.- CUADROS DE PROTECCIÓN CGDS Y CSS.**

Los Cuadros Generales de Distribución están destinados a concentrar en ellos potencias alejadas del CGBT y evitar grandes poderes de corte para interruptores automáticos de pequeñas intensidades, permitiendo con esta topología aprovechar mejor los coeficientes de simultaneidad entre instalaciones, alimentándose desde ellos a los Cuadros Secundarios CSs. Por tanto en ellos se alojarán todos los sistemas de protección contra sobreintensidades y cortocircuitos de las líneas de acometida a cuadros CSs.

Los Cuadros Secundarios de zonas están destinados a alojar los sistemas de protección contra sobreintensidades, cortocircuitos y contactos indirectos para todos los circuitos alimentadores de la instalación de utilización, como son puntos de luz, tomas de corriente usos varios e informáticos, tomas de corriente de usos específicos, etc., según se describe en el punto siguiente.

El diseño y características técnicas de cuadros CGDs y CSs, cumplirán con lo indicado en el apartado CUADROS DE BAJA TENSIÓN de este Pliego de Condiciones.

#### **8.6.- INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN.**

Este apartado comprende el montaje de canalizaciones, cajas de registro y derivación, conductores y mecanismos para la realización de puntos de luz y tomas de corriente a partir de los cuadros de protección, según detalle de planos de planta.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, esta instalación utilizará únicamente conductores con aislamiento nominal 450/750 V protegidos bajo canalizaciones empotradas o fijadas a paredes y techos.

Cuando las canalizaciones vayan empotradas el tubo a utilizar podrá ser PVC corrugado de 32mm como máximo. En instalación oculta por falsos techos, el tubo será PVC corrugado reforzado fijado mediante bridas de cremallera en poliamida 6.6 con taco especial para esta fijación.

En instalaciones vistas, el tubo a utilizar será de acero o PVC rígido enchufable, curvable en caliente, fijado mediante abrazadera, taco y tornillo.

Todas las cajas de registro y derivación quedarán instaladas por debajo de los falsos techos, y enrasadas con el paramento terminado cuando sean empotrables. En el replanteo de canalizaciones se procurará que las cajas de registro y derivación se sitúen en pasillos, agrupadas todas las pertenecientes a las diferentes instalaciones de la zona (alumbrado, fuerza, especiales, etc), registrándolas con una tapa común.

Los conductores en las cajas de registro y derivación, se conexionarán mediante bornas, quedando holgados, recogidos y ordenados sin que sean un obstáculo a la tapa de cierre.

Tanto para las distribuciones de alumbrado como para las de fuerza, se instalará tubo independiente para canalizar los conductores de protección (amarillo-verdes) que seguirá el mismo trazado y compartirá las cajas de registro de su propia instalación. Desde la caja de derivación hasta el punto de luz o toma de corriente, el conductor de protección podrá compartir canalización con los conductores activos. Para esta forma de instalación, y en cumplimiento de la ITC-BT-18 apartado 3.4, la sección mínima del conductor de protección deberá ser 2,5 mm<sup>2</sup>. Esta forma de instalación no será válida para canalizaciones en tubo de acero y canales metálicos en donde los conductores de protección deberán compartir tubo o canal con los activos de su circuito.

El paso de conductores a las canalizaciones y su posterior conexionado, se realizará con las canalizaciones ya fijadas, tapadas las rozas y recibidas perfectamente todas las cajas de registro, derivación y de mecanismos.

Las instalaciones de distribución cumplirán con las instrucciones ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-27, ITC-BT-28, ITC-BT-29 e ITC-BT-30, en sus apartados correspondientes.

La situación de interruptores y tomas de corriente corresponderá con la reflejada en planos de planta, siendo la altura a la que deberán instalarse generalmente sobre el suelo acabado, de 100 cm para interruptores y de 25 cm para tomas de corriente. Cuando el local por su utilización, disponga de muebles adosados a paredes con encimeras de trabajo, las tomas de corriente se instalarán a 120 cm del suelo terminado.

Se tendrá especial cuidado en la fijación y disposición de cajas de registro y mecanismos en locales con paredes acabadas en alicatados, a fin de que queden enrasadas con la plaqueta y perfectamente ajustadas en su contorno.

Las cajas de mecanismos a utilizar serán cuadradas del tipo universal, enlazables y con fijación para mecanismos con tornillo.

Los mecanismos de este apartado, cuando en planos se representen agrupados, su instalación será en cajas enlazadas, pudiendo formar o no conjunto con otras instalaciones (teléfonos, tomas informáticas, tomas TV, etc.).

Estas consideraciones generales no son aplicables a la distribución para Alumbrado Público cuya forma de instalación se trata de forma particular en este capítulo, debiendo cumplir con la ITC-BT-09.

Las instalaciones en cuartos de aseos con bañeras o platos de ducha, se realizarán conformes a la ITC-BT-27, no instalándose ningún elemento o mecanismo eléctrico en el volumen limitado por los planos horizontales suelo-techo y la superficie vertical engendrada por la línea que envuelve al plato de ducha o bañera a una distancia de 60 cm de los límites de ambos. Cuando el difusor de la ducha sea móvil y pueda desplazarse, esta distancia se ampliará hasta el valor de 150 cm en el radio de acción de dicho difusor, siempre y cuando no exista una barrera eléctricamente aislante fija que impida el desplazamiento del difusor fuera de la bañera o plato de ducha.

No se admitirá en ningún caso cables grapados directamente a paramentos, sea cual fuere su tensión nominal y su instalación vista u oculta. Para las distribuciones, los conductores siempre han de canalizarse en tubos o canales.

#### **8.6.1.- Distribución para Alumbrado Normal.**

Comprenderá el suministro, instalación y conexionado de canalizaciones, registros, conductores y mecanismos para todos los puntos de luz y tomas de corriente en lavabos o destinadas a Negatoscopios marcados en planos de planta.

En los puntos de luz relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario, estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de la zona, alimentan a los puntos de luz desde sus cajas de derivación.

En el caso de circuitos alimentadores a cuadros de protección en habitaciones, su medición figurará a parte de los puntos de luz.

En el replanteo de zonas alimentadas por un cuadro de protección, quedarán perfectamente identificadas y limitadas cada una de ellas en los planos de planta. La identificación de zona coincidirá con la del cuadro que la alimenta.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimentará, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de

cuadros de protección. Las potencias serán las obtenidas de las lámparas de los aparatos de alumbrado previstos, teniendo en cuenta que para lámparas fluorescentes el cálculo se debe ajustar a la potencia de la lámpara multiplicada por 1,8. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un círculo, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta los locales que alimenta.

Las zonas que forman parte de las vías de evacuación o aquellas que por sí solas pueden considerarse como de pública concurrencia, deberán estar alimentadas por tres circuitos (como mínimo) procedentes de Dispositivos con disparo por corriente Diferencial Residual distintos, y también de fases distintas.

Cuando en un local con varios puntos de luz, el encendido de ellos se realice con distintos interruptores, estos encendidos deberán quedar representados en planos de planta mediante una letra minúscula que identifique el interruptor con los puntos de luz que acciona.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser igual o inferior al 1,5 % de la tensión nominal, calculada para la potencia instalada.

Los interruptores de accionamiento local serán, como mínimo de 10 A y para tensión nominal de 250 V.

El número de lámparas fluorescentes accionadas por un solo interruptor de 10 A - 250 V no superará a ocho para lámparas de 36 W, cinco para 58 W y doce para 18 W cuando la compensación del factor de potencia esté realizada con condensador instalado en paralelo.

La sección de los conductores activos será de 1,5 mm<sup>2</sup> para todos los casos, salvo que la necesidad de utilizar otra sección superior quede justificada. Aun así, siempre la protección de estos conductores se realizará con disyuntores de 10 A de intensidad nominal instalados en los cuadros del primer escalón de protección.

#### **8.6.2.- Distribución para Alumbrado de Emergencia.**

Como Alumbrado de Emergencia se considerarán los de Seguridad (Evacuación, Ambiente y Zonas Alto Riesgo) y Reemplazamiento; este último solo para establecimientos sanitarios, localizado en Hospitalizaciones, Quirófanos, U.C.I, Salas de Intervención, Salas de Curas, Paritorios y Urgencias.

El alumbrado de Seguridad se realizará mediante aparatos autónomos automáticos con lámparas incandescentes o fluorescentes para el Alumbrado de Evacuación y fluorescentes para el de Ambiente. Los de evacuación irán instalados en el techo siendo la separación entre ellos la necesaria para obtener una iluminación mayor o igual a 3 lux en el eje; en este cálculo no computarán los aparatos de emergencia necesarios para la señalización de caminos de evacuación, cuadros eléctricos y puestos de incendios. Cuando sean del tipo “combinado” con uso especial de vigilancia

nocturna, su alimentación será con circuitos de uso exclusivo desde los cuadros de protección del alumbrado normal, siendo el número de circuitos destinado por cuadro a este uso como mínimo de tres, cada uno de ellos alimentado desde un Dispositivo de corriente Diferencial Residual distinto.

La alimentación de aparatos autónomos de emergencia se realizará generalmente desde los mismos circuitos de distribución que lo hacen para el alumbrado normal de cada local en donde se sitúen los aparatos autónomos de emergencia, de tal forma que han de cumplirse las siguientes condiciones:

- La falta de suministro eléctrico en el alumbrado norma debida a cortes de los dispositivos de protección en locales con alumbrado de emergencia deberán dar como consecuencia la entrada automática de éste en un tiempo igual o inferior a 0,5 segundos.
- Cuando los locales, siendo de pública concurrencia, tengan el alumbrado normal repartido entre tres o más circuitos de distribución, los aparatos autónomos de emergencia instalados también han de repartirse entre ellos.

Esta forma de instalación descrita para los aparatos autónomos de emergencia, exige la incorporación por cada Cuadro Secundario (CS) de protección, de un dispositivo que impida la descarga de los acumuladores de los aparatos autónomos cuando por razones de funcionalidad hay que producir cortes generales periódicamente para el alumbrado en el CS. Por ello todos los CS dispondrán de un telemando para puesta en reposo y realimentación de los acumuladores de los aparatos autónomos controlados desde él.

Por tanto, a cada aparato autónomo de emergencia se le alimentará con dos circuitos: uno a 230 V rematado con base de mecanismo  $2 \times 10$  A y clavija apropiada con tensión nominal de 250 V, y otro para telemando rematado en una toma RJ45 hembra, no apantallada y conector macho RJ45. Cuando los aparatos de emergencia sean del tipo “combinado” se le alimentará con un circuito más de 230 V de uso exclusivo para ellos, rematado con base de mecanismo  $2 \times 10$  A y clavija apropiada con tensiones nominales de 250 V, que serán diferentes y no intercambiables con el otro circuito alimentador a 230 V.

Todos estos mecanismos, cuando los aparatos de emergencia sean empotrados, quedarán ocultos por encima de los falsos techos, permitiendo ser desconectados a través del hueco que deja el aparato una vez desmontado. El circuito para el telemando se canalizará por tubo independiente del resto de las instalaciones.

Como complemento y herramienta muy práctica en el mantenimiento de los aparatos autónomos de emergencia, es recomendable la incorporación de una Central de Test mediante la cual podrán realizarse las funciones que a continuación se describen sin interferencias en el funcionamiento de los alumbrados normal y de emergencia:



- Chequeo del estado y carga de baterías correcto de todos los aparatos de emergencia de la instalación.
- Prueba periódica para verificación del paso a estado de emergencia y encendido de la lámpara propia, para cada uno de los aparatos y a todos al mismo tiempo.
- Prueba de la autonomía disponible en acumuladores para cada uno de los aparatos y a todos al mismo tiempo.
- Obtención de un informe impreso relacionando el estado de todos y cada uno de los aparatos autónomos de emergencia.

La inclusión en el proyecto de esta Central de Test quedará identificada en la Memoria y Mediciones del proyecto.

La instalación de canalizaciones y conductores será idéntica a la del alumbrado normal, si bien para estos puntos no será necesario el conductor de protección al disponer los aparatos autónomos aislamiento en Clase II.

En cuanto al Alumbrado de Reemplazamiento y Fuerza para Servicios de Seguridad, su instalación partirá desde el grupo electrógeno, utilizando cables resistentes al fuego (FIRS) según UNE-EN 50.200 hasta los Cuadros Secundarios de la zona protegida con estos servicios. Los Cuadros Secundarios estarán situados dentro del Sector de Incendios propio de la zona protegida, y desde ellos se alimentarán las instalaciones de alumbrado que serán realizadas conforme a las descripciones indicadas anteriormente para el Alumbrado Normal, puesto que en este caso ambas instalaciones (Alumbrado Normal y Alumbrado de Reemplazamiento), para proporcionar “un nivel de iluminancia igual al del alumbrado normal durante 2 horas como mínimo” (ITC-BT-28, punto 3-3.2), tienen que ser la misma. Además, a las zonas dotadas de Alumbrado de Reemplazamiento, se les proyectará una instalación con aparatos autónomos para Alumbrados de Seguridad. Cuando las Salas de Curas estén ubicadas fuera de las zonas donde es exigible el Servicio de Seguridad, el Alumbrado de Reemplazamiento estará cubierto por aparatos autónomos especiales del tipo “combinado situados sobre el mueble de atención al paciente, que proporcionarán una iluminación sobre él de 500 lux, disponiendo de una autonomía de 2 horas. Asimismo, el Alumbrado de Reemplazamiento en Hospitalizaciones donde debe garantizarse una iluminación no inferior a 5 lux durante 2 horas como mínimo, se realizará mediante aparatos autónomos de emergencia con autonomía mínima de 2 horas estando todas las instalaciones de estas zonas alimentadas por el grupo electrógeno mediante cables Resistentes al Fuego. Todo ello conforme a la ITC-BT-28 apartado 3.3.2.

Asimismo, para Salas de Intervención y quirófanos propiamente dichos, así como Camas de U.C.I, se les dotará de “un suministro especial complementario” (ITC-BT-38, punto 2.2) atendido mediante un S.A.I. (Suministro Alimentación Ininterrumpida) por dependencia o conjunto de camas. Este S.A.I. alimentará las lámparas propias para la intervención y fuerza para equipos de asistencia vital, disponiendo de una autonomía igual o superior a 2 horas.



### **8.6.3.- Distribución para tomas de corriente.**

Los circuitos destinados a estos usos serán independientes de los utilizados para los alumbrados y sus sistemas de protección en el cuadro de zona serán de destino exclusivo.

Las canalizaciones y cajas de registro o derivación, serán totalmente independientes del resto de las instalaciones, si bien cumplirán con todo lo indicado para las de alumbrado normal, incluso para los conductores de protección cuyo tubo, cuando sea en PVC, será distinto de los destinados a los conductores activos.

En los puntos de toma de corriente relacionados en Mediciones, de no indicarse lo contrario estarán incluidos implícitamente los circuitos de distribución que, partiendo del cuadro de protección de zona, alimentan a las tomas de corriente desde sus cajas de derivación.

El número de circuitos de distribución así como las secciones de conductores y potencias instaladas que cada uno alimenta, se ajustarán a lo reflejado en esquemas de cuadros de protección. Cada circuito en el cuadro quedará identificado por un número encerrado en un cuadrado, representándose de igual forma y mismo número en plano de planta las tomas eléctricas que alimenta. Cuando las tomas se destinen a usos informáticos, el número que las identifica irá encerrado en un rombo.

La caída de tensión en los circuitos de distribución deberá ser inferior al 1,5 % de la tensión de servicio calculada para la potencia instalada.

Todas las tomas de corriente igual o superiores a 1.000 VA deberán ser alimentadas con un disyuntor de uso exclusivo.

Los mecanismos de las tomas de corriente monofásicas serán como mínimo de 16 A y para tensión nominal de 250 V. Las trifásicas serán como mínimo de 20 A para tensión nominal de 400 V. La sección mínima de los conductores activos será de 2,5 mm<sup>2</sup>, no debiendo ser utilizados para tomas de 16 A secciones superiores, salvo que se justifique.

No se admitirá como caja de paso o derivación, la propia caja de una toma de corriente, salvo en el caso de que esta caja esté enlazada con la que de ella se alimenta.

### **8.6.4.- Distribución para Alumbrado Público.**

Será realizada en canalización enterrada a 40 cm de profundidad como mínimo registrada en arquetas situadas junto a la base de los báculos o pasos de calzadas, separadas como máximo 25 m. La canalización será en tubo PVC corrugado reforzado de Ø 100 mm, señalizado mediante una cinta que advierte la presencia de cables de alumbrado exterior, situado a una distancia mínima del nivel del suelo de 10 cm y a 25 cm por encima del tubo.

Los cables serán unipolares en cobre, designación UNE RV 0,6/1 kV con sección mínima de 6 mm<sup>2</sup>.

Las conexiones entre la red de distribución y los cables de las luminarias, se realizarán siempre en la base de los báculos, para lo cual todos ellos dispondrán a 30 cm del suelo, de una portezuela con llave y protegida contra el chorro de agua, que permita acceder a ellas. En este registro se dispondrá, además de los bornes de conexión, de un fusible de protección de 10 A para la derivación a su luminaria.

No se admitirán conexiones en otros registros que no sean los de las bases de los báculos.

La distribución de los circuitos en el reparto de luminarias, se realizará para establecer un encendido total y dos apagados parciales, debiendo cuidarse que en los dos apagados uno corresponda a un tercio de las luminarias y el otro al resto, quedando la iluminación en ambos bien repartida.

El cálculo de líneas se realizará para circuitos monofásicos con una caída máxima de tensión igual o inferior al 3 % en el punto más alejado. La carga será calculada para la potencia de las lámparas multiplicada por 1,8.

El circuito de enlace entre las luminarias y la placa de bornes de la base del báculo, será RV 0,6/1 kV de 3×2,5 mm<sup>2</sup>.

Todos los báculos se pondrán a tierra mediante un electrodo de acero cobrizado clavado en su arqueta de derivación, enlazándose todos los electrodos mediante un cable de 35 mm<sup>2</sup> en cobre desnudo directamente enterrado por debajo de la canalización. Esta puesta a tierra asociada con los DDRs, garantizarán que la tensión de contacto límite UL sea inferior a 24 voltios.

El cuadro de protección y encendido, dispondrá de reloj astronómico para un encendido y dos apagados, disyuntores de 2×25 A para protección de circuitos de salida provistos de Dispositivo de corriente Diferencial Residual (DDR) de media sensibilidad y sistema de encendido Manual-Cero-Automático por circuito.

Esta instalación cumplirá en todo con la ITC-BT-09 del R.E.B.T.

#### **8.6.5.- Distribución de fuerza para Quirófanos, Salas de Intervención y Camas de U.C.I..**

Estas distribuciones se refieren a las alimentaciones de tomas de corriente y redes del sistema de protección en locales alimentados a partir de un Panel de Aislamiento (PA), con transformador separador y dispositivo de vigilancia de aislamientos según ITC-BT-38 punto 2.1.3.

Para estos locales, y en todos aquellos en los que se empleen mezclas anestésicas gaseosas o agentes desinfectantes inflamables, la ventilación prevista para ellos asegurará 15 renovaciones de aire por hora y los suelos serán del tipo antielectrostáticos con una resistencia de aislamiento igual o inferior a 1 MΩ.

Estas instalaciones serán siempre empotradas, realizadas mediante tubo PVC corrugado reforzado, utilizando tubos independientes (con el mismo trazado) para los conductores activos, de los de protección y de equipotencialidad.

Todas las tomas de corriente se instalarán a una altura superior a 130 cm medidos desde el suelo terminado.

#### 8.6.5.1.- Red de conductores activos.

Las tomas de corriente serán de 2×16 A con toma de tierra lateral, e irán agrupadas en cajas con seis unidades. Las cajas serán de empotrar con tapa en acero inoxidable, estando las tomas distribuidas en dos columnas de tres tomas numeradas en vertical. Cuando en el local exista más de una caja, estas se identificarán con números. Como previsión, en el centro del quirófano se dejará en reserva, con canalización y sin conductores, una toma rematada en una caja metálica estanca empotrada.

Del mismo modo y partiendo del PA se realizarán dos circuitos: uno para lámparas de iluminación general de techo y apliques de bloqueo de paso con tensión a 231 V, y otro alimentado a través de un transformador de seguridad 231/24 V para la lámpara de operaciones; ambos circuitos constituirán el Alumbrado de Reemplazamiento. En camas de U.C.I. este alumbrado estará cubierto por tres lámparas par-halógenas instaladas en el techo.

Los conductores a utilizar serán 450/750 V con sección de 2,5 mm<sup>2</sup> para tomas de corriente de 2×16 A; de 10 mm<sup>2</sup> para lámpara de operaciones; de 2,5 mm<sup>2</sup> para lámparas iluminación general de techo en quirófanos y de 1,5 mm<sup>2</sup> para lámparas par-halógenas en U.C.I.

El número de circuitos para tomas de corriente serán dos por caja de seis tomas, debiendo alimentar cada uno a una de las dos columnas de tres tomas; un circuito para Negatoscopio y dos para torretas de techo.

Todos los conductores deberán quedar numerados y perfectamente identificados en sus extremos haciendo referencia al disyuntor de que se alimenta.

Cada uno de los Paneles de Aislamiento deberá ser alimentado por un S.A.I.

#### 8.6.5.2.- Red de conductores de protección.

Enlazarán el contacto de tierra de las tomas de corriente con una barra colectora (PT) situada en el PA o caja prevista a tal efecto. Se canalizarán por tubos de uso exclusivo, no disponiendo de más cajas de registro que las propias de tomas de

corriente. Serán en cobre aislamiento 450/750 V color amarillo-verde. La sección se calculará para que su impedancia no supere los  $0,2 \Omega$ , medida entre la barra colectora y su otro extremo, siendo como mínimo de  $2,5 \text{ mm}^2$ .

Por cada circuito de corriente se instalará un conductor de protección, debiendo quedar perfectamente identificado en sus extremos con las tomas que le corresponde.

#### 8.6.5.3.- Red de conductores equipotenciales.

Enlazarán (de forma visible en su extremo) todas las partes metálicas accesibles desde el local, con una barra colectora (EE) situada junto a la anterior (PT) y a la que se unirá mediante un conductor de  $16 \text{ mm}^2$  de sección.

Estos conductores se canalizarán por tubos de uso exclusivo, no disponiendo de más cajas de registro que las propias de tomas de corriente. Serán en cobre aislamiento 450/750 V color amarillo-verde designación H07Z1-K (flexibles) con terminales en sus extremos para la conexión. La sección se calculará para que la impedancia no supere los  $0,1 \Omega$ , medida entre la barra colectora y la parte metálica conectada, siendo como mínimo de  $4 \text{ mm}^2$ .

La conexión del conductor a las partes metálicas se realizará mediante caja de empotrar  $23 \times 45 \text{ mm}$  con salida de hilos, placa embellecedora y terminal de conexión.

La diferencia de potencial entre partes metálicas y la barra EE no deberá exceder de  $10 \text{ mV}$  eficaces.

Para la conexión equipotencial de la mesa de operaciones, el cable a utilizar será de  $6 \text{ mm}^2$  de sección como mínimo.

## 9.- REDES DE TIERRAS.

### 9.1.- GENERALIDADES.

El objeto de la puesta a tierra de partes metálicas (no activas) accesibles y conductoras, es la de limitar su accidental puesta en tensión con respecto a tierra por fallo de los aislamientos. Con esta puesta a tierra, la tensión de defecto  $V_d$  generará una corriente  $I_d$  de defecto que deberá hacer disparar los sistemas de protección cuando la  $V_d$  pueda llegar a ser peligrosa.

Esta medida de protección va encaminada a limitar la tensión de contacto  $U_L$  a la que, a través de contactos indirectos, pudieran someterse las personas así como la máxima intensidad de contacto  $I_{mc}$ . Los límites deberán ser inferiores a los básicos que citan las normas VDE:  $U_L < 65V$  e  $I_{mc} < 50 \text{ mA}$ , lo que da como resistencia para el cuerpo humano entre mano (contacto accidental) y pie (contacto con el suelo)  $R_m = 65/0,05 = 1.300 \Omega$ .

El R.E.B.T. toma como límite  $U_L < 50V$  (en vez de  $65V$ ) por tanto la intensidad de paso máxima por el cuerpo humano la deja limitada a  $I_{mc} = 50/1.300 = 38,5 \text{ mA}$ ; valor inferior al tomado como básico por las VDE.

La red de puesta a tierra debe garantizar que la resistencia total del circuito eléctrico cerrado por las redes y las puestas a tierra y neutro, bajo la tensión de defecto  $V_d$ , de lugar a una corriente  $I_d$  suficiente para hacer disparar a los dispositivos de protección diseñados en la instalación, en un tiempo igual o inferior a 0,05 segundos.

La protección de puesta a tierra deberá impedir la permanencia de una tensión de contacto  $U_L$  superior a 50 V en una pieza conductiva no activa (masa), expuesta al contacto directo de las personas. Cuando el local sea conductor, la tensión de contacto deberá ser inferior a 24 V.

Para que la intensidad de defecto  $I_d$  sea la mayor posible y pueda dar lugar al disparo de los sistemas de protección, la red de puesta a tierra no incluirá en serie las masas ni elementos metálicos resistivos distintos de los conductores en cobre destinados y proyectados para este fin. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos a la red de puesta a tierra se efectuarán por derivaciones desde ésta.

La red de conductores a emplear serán en cobre, por lo general aislados para tensión nominal de 450/750 V con tensión de prueba de 2.500 V, como mínimo, color Amarillo-Verde. El cálculo de las secciones se realizará teniendo presente la máxima intensidad previsible de paso y el tiempo de respuesta de los interruptores de corte, para que sean capaces de soportar la sollicitación térmica sin deterioro de su aislamiento. Estos conductores podrán compartir canalizaciones con los conductores activos a cuyos circuitos pertenecen, o podrán ir por canalizaciones independientes siempre que vayan acompañándolas en el mismo trazado, compartiendo registros, y sus secciones con respecto a las de los conductores activos cumplan con la instrucción ITC-BT-18

apartado 3.4. del R.E.B.T., o bien correspondan con las necesarias en aplicación de la IEC 364 en el caso del sistema de distribución TN-S sin DDRs.

Las puestas a tierra, cumplirán con la ITC-BT-18, ITC-BT-24, ITC-BT-08 y normas UNE-21.022 y UNE-20.460-5-54 apartado 543.1.1. referente al cálculo de la sección de conductores utilizados a este fin.

## **9.2.- REDES DE TIERRA INDEPENDIENTES.**

Para que una red de tierra se considere independiente de otras, además de no tener ninguna interconexión conductora entre ellas, su toma de tierra no debe alcanzar, respecto de un punto de referencia con potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por cualquiera de las otras tomas circule su máxima corriente de tierra prevista en un defecto de aislamientos.

La unión entre las redes de puesta a tierra y el electrodo de puesta a tierra se realizará a través de un puente de comprobación alojado en caja aislante 5 kV y a partir de él hasta el electrodo en cable RV-0,6/1kV.

En un edificio con Centro de Transformación propio, deberán preverse las siguientes redes de tierra independientes y que a continuación se describen:

### **9.2.1.- Red de Puesta a Tierra de Protección Alta Tensión.**

Enlazará todas las envolventes metálicas de cabinas, herrajes, envolventes metálicas de cables de A.T., puestas a tierra de seccionadores de p.a.t., cubas y armazones de transformadores de potencia, punto común de los transformadores del equipo de medida en A.T. y mallazo de equipotencialidad instalado en el suelo del local del Centro de Transformación.

El mallazo será electrosoldado con redondo de 4 mm, formando una retícula de 30×30 cm que se instalará en todo el CT, cubriéndose posteriormente con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo. El mallazo se pondrá a tierra utilizando dos o más puntos preferentemente opuestos.

En todos los casos, la puesta a tierra de las partes metálicas accesibles, se realizará como instalación vista, utilizando varilla de cobre rígida de 8 mm de Ø fijada por grapa especial a paredes, y mediante terminal adecuado en sus conexiones a elementos metálicos. Cuando estos elementos metálicos sean móviles (puertas abatibles) la conexión se realizará con trenza de cobre.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a la instrucción MIE-RAT13 y su resistencia será igual o inferior a 10  $\Omega$ , estando separada del resto de puestas a tierra una distancia mínima de 15 metros.

### 9.2.2.- Red de Puesta a Tierra de Servicio.

Dentro de esta red se incluyen otras redes que debiendo ser realizadas como independientes, quedarán enlazadas en puntos únicos y característicos de cada una de ellas, formando finalmente una única red de puesta a tierra. Estas redes independientes son:

- Neutros de estrella en B.T. de transformadores de potencia. El número de ellas será el mismo que de transformadores de potencia.
- Neutros de generadores de corriente alterna. Como las anteriores, serán tantas como generadores.
- Autoválvulas, limitadores o descargadores para protección de líneas eléctricas contra sobretensiones de red o de origen atmosférico. Serán tantas como la disposición de los mismos en la instalación y su distanciamiento exijan.

Para la realización de todas ellas se tendrán presentes la instrucción MIE-RAT 13, ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-08. Una vez realizadas, se preverá su interconexión de la siguiente forma:

- Los neutros de transformadores quedarán unidos entre sí en la barra general de neutros del CGBT, a través del disyuntor de B.T. de cada uno de ellos.
- La de los generadores de corriente alterna lo harán de igual forma, cuando les corresponda suplir al suministro normal y acoplarse al CGBT para dar el suministro complementario.
- La de autoválvulas, limitadores o descargadores se enlazarán entre sí, quedando unida a la barra de neutros del CGBT a través de un puente de comprobación propio.

La resistencia de puesta a tierra individual para cada red independiente, no será en ningún caso superior a  $8\Omega$ , y del conjunto de todas las susceptibles de funcionar normalmente acopladas de  $2\Omega$ .

### 9.2.3.- Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio.

Enlazará entre sí la estructura metálica y armaduras de muros y soportes de hormigón. El enlace se realizará con conductores de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección, enterrado a una profundidad de 80 cm por debajo de la primera solera (sobre el terreno) transitable. El cable, tendido formando una red adaptada al replanteo de pilares, se pondrá a tierra mediante el empleo de picas unidas al cable con soldaduras aluminotérmicas. Este tipo de soldadura será también la que se utilizará en las conexiones entre cables para formar la red, en las derivaciones y propias conexiones a



pilares o armaduras metálicas, así como enlaces con arquetas de conexión para puesta a tierra de las diferentes instalaciones.

La sección del cable será uniforme en todo su tendido, incluso en las diferentes derivaciones. Las picas para su puesta a tierra serán en acero cobrizado con Ø 1,4 cm y longitud 200 cm. Se instalarán en todo el recorrido haciéndoles coincidir con los cambios de dirección, nudos y derivaciones, debiendo estar separadas una de otra entre 400 y 600 cm. En el hincado de las picas se cuidará no desprender, con los golpes, su cubierta de cobre.

Para las tomas de tierra de instalaciones se preverá una arqueta de obra civil por cada toma, debiendo ser sus dimensiones interiores 62×50 cm de planta y 25 cm de profundidad. Irá rematada con cerco en L-7 y tapa de hormigón con parrilla formada por redondos de 8 mm cada 10 cm, provista de asidero plegable para su registro. En el interior de estas arquetas se instalará un punto de puesta a tierra formado por pletinas de cobre cadmiado de 25×4 cm con puente de comprobación y fijadas a la arqueta sobre aisladores de apoyo.

Se deberán dejar previstas arquetas de puesta a tierra para las siguientes instalaciones: pararrayos del edificio, antenas de emisión o recepción, acometidas de agua y gas, tuberías de calefacción y calderas, depósitos metálicos enterrados, guías de aparatos elevadores, informática y barra de Protección en BT de los CGBT permitiendo con esta barra la unificación entre ambas redes.

El replanteo de arquetas y su ubicación, se realizará para conseguir que las líneas principales de enlace entre el puente de comprobación y entre el electrodo de p.a.t tengan el menor recorrido posible, realizándose todas mediante cables RV-0,6/1kV canalizado en tubo aislante.

#### **9.2.4.- Red de Puesta a Tierra de Protección Baja Tensión.**

Enlazará entre sí todas las partes metálicas de la instalación eléctrica de B.T., normalmente no sometidas a tensión que, accidentalmente por fallo en los aislamientos, pudieran entrar en tensión.

Una vez enlazadas mediante los conductores de protección, esta red se pondrá a tierra a través de las derivaciones de la línea principal (unificadas en la barra colectora de tierras del CGBT) y la propia línea principal que sirve de enlace entre la barra colectora y la toma de puesta a tierra intercalando el correspondiente puente de comprobación.

Asimismo y de conformidad con la Norma Tecnológica de la Construcción y la ITC-BT-26 apartado 3, se deberá enlazar esta red de Protección en Baja Tensión con la de Estructura, quedando unificadas así las masas de las siguientes instalaciones:

- Masas de la instalación de Baja Tensión.



- Instalaciones metálicas de fontanería, gas, calefacción, etc.
- Depósitos y calderas metálicas.
- Guías metálicas de los aparatos elevadores.
- Todas las masas metálicas significativas del edificio.
- Red de puesta a tierra de masas correspondientes a equipos de Comunicaciones (antenas de TV, FM, telefonía, redes LAN, etc.) previa puesta a tierra de las mismas.
- Red de puesta a tierra de pararrayos de protección contra descargas eléctricas de origen atmosférico, previa puesta a tierra de los mismos.

Esta red de puesta a tierra se realizará conforme a las instrucciones ITC-BT-18, ITC-BT-8 y el valor de la resistencia de puesta a tierra para el conjunto no superará los  $2\Omega$ . Con las interconexiones descritas, las redes de puesta a tierra quedarán reducidas a:

- Red de protección Alta Tensión.
- Red de protección de Servicio.
- Red unificada de protección BT/Estructura.

La unificación de la red de Protección de BT-Estructura con la de Servicios, se realizará en función de la necesidad de mantener un régimen de neutro en esquema TT o en TN-S. Esta unificación, de hacerse, deberá ser hecha en el CGBT, uniendo entre sí la pletina de neutros y la colectora de tierras de Protección en BT.

Para la realización de los electrodos de puesta a tierra, se utilizarán las configuraciones tipo con sus parámetros característicos definido en el tratado “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación” conectados a redes de Tercera Categoría”, editado por UNESA.

Asimismo y con el fin de analizar el tipo de electrodo necesario en cada caso, así como distribuirlos adecuadamente manteniendo las distancias para considerarlas como tomas de tierras independientes, al comienzo de las obras el instalador estará obligado a realizar las medidas pertinentes de las resistividades de los terrenos disponibles, utilizando para ello el “Método de Wenner”.

#### **9.2.5.- Enlace entre las Redes establecidas.**

Cuando el Centro de Transformación no disponga de un edificio de uso exclusivo, sino que comparta estructura con el propio edificio o edificios a los que suministra energía eléctrica, será muy difícil (por no afirmar imposible) que en la

Pliego de Condiciones

construcción práctica del CT los herrajes que forman parte de la Red de Protección en A.T. (incluida la malla del suelo) no estén en contacto franco o mediante una resistencia eléctrica que no garantice el aislamiento adecuado con la Red de Estructura de los edificios. Por ello, una vez realizada la unificación reglamentaria Red de Protección B.T./Estructura (ITC-BT-26 apartado 3) que proporcionará por sí sola una resistencia de puesta a tierra inferior a 2 ohmios (condición imprescindible), y además, estudiada la conveniencia de establecer un régimen de Neutro TN-S para el cual la resistencia global de la barra de neutros del CGBT también reglamentariamente tiene que ser igual o inferior a 2 ohmios, se deduce que, sea cual fuere la  $R_t$  del CT, su unificación con las restantes redes en los puentes de comprobación dará como resultado una Resistencia Global de Puesta a Tierra igual o inferior a 2 ohmios. Esto quiere decir que para corrientes de defecto ( $I_d$ ) iguales o inferiores a 500 A, el valor de la tensión de defecto transferida no superará a  $V_d = 1000$  V, que es la condición a cumplir imprescindiblemente para mantener la unificación mencionada para un Centro de Transformación de tercera categoría ( $I_{cc} \leq 16$  kA) con acometida subterránea.

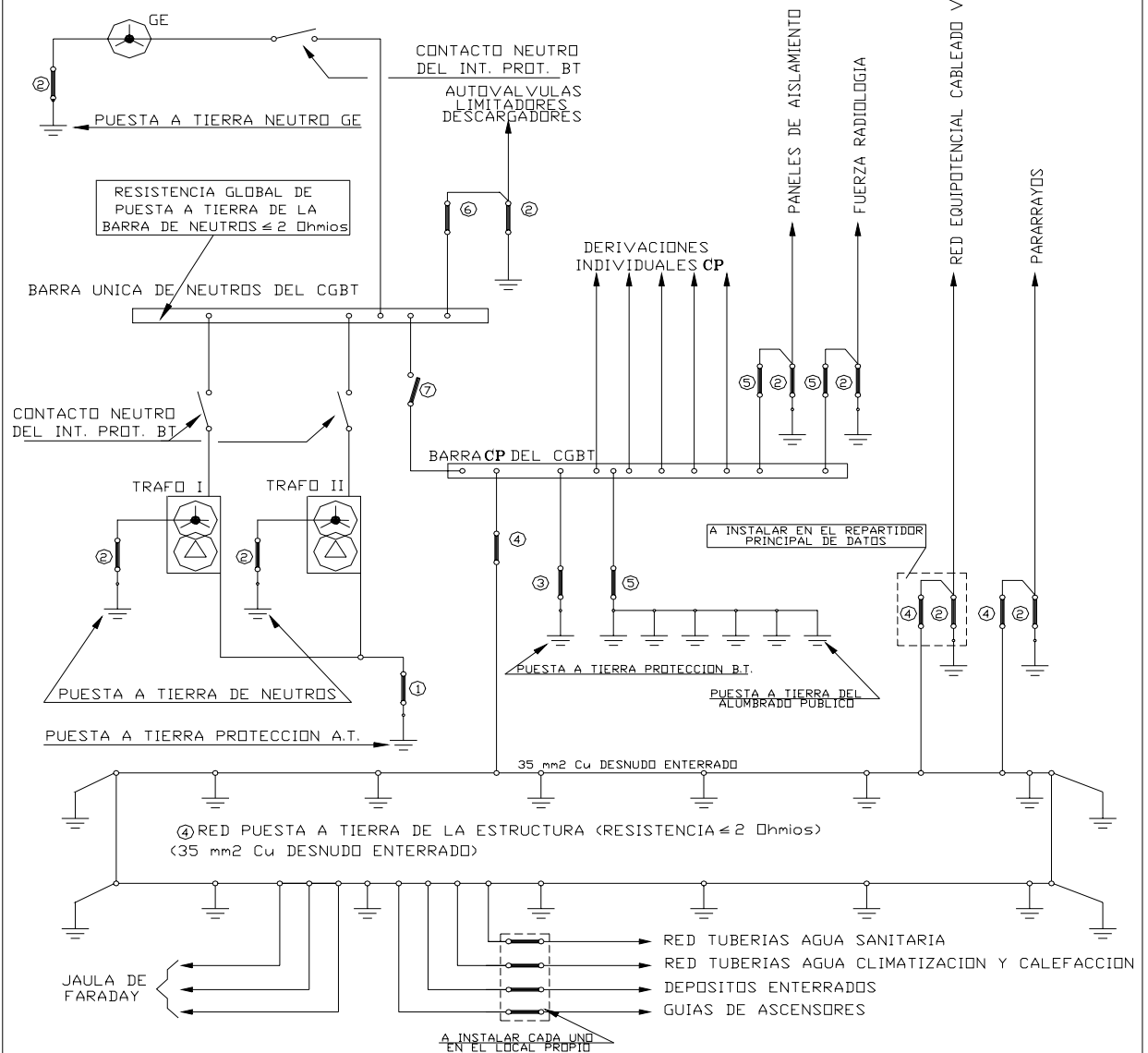
El valor de  $I_d \leq 500$  A deberá ser garantizado por la Compañía Suministradora en función de las condiciones que para el estado del Neutro tenga la red de A.T. con la que suministrará acometida al Centro de Transformación.

Para más detalles sobre puestas tierras y sus interconexiones, ver esquema general en página siguiente.

## ESQUEMA DE REDES DE PUESTA A TIERRA INDEPENDIENTES E INTERCONEXION ENTRE ELLAS

- ① PUESTA A TIERRA INDEPENDIENTE RED ALTA TENSION
- ② PUESTAS A TIERRA INDEPENDIENTES VARIOS
- ③ PUESTA A TIERRA RED PROTECCION BAJA TENSION.
- ④ PUESTA A TIERRA DE Y A LA ESTRUCTURA DEL EDIFICIO
- ⑤ PUESTA A TIERRA A TRAVES DE LA RED DE PROTECCION B.T.
- ⑥ PUESTA A NEUTRO DE AUTOVALVULAS, LIMITADORES Y DESCARGADORES
- ⑦ POSIBILIDAD SISTEMAS "TT" O "TN-S"

- CADA UNO DE ESTOS PUENTES DE COMPROBACION IRA ALOJADO EN UNA CAJA DE POLIESTER (360x180x175) NIVEL DE AISLAMIENTO 5KV, Y TODOS ELLOS CENTRALIZADOS EN EL LOCAL DEL CGBT.



## **10.- LUMINARIAS, LÁMPARAS Y COMPONENTES.**

### **10.1.- GENERALIDADES.**

Se incluyen en este apartado las luminarias, portalámparas, equipo de encendido, lámparas de descarga y cableados, utilizados para iluminación de interiores y exteriores.

Los tipos de luminarias y lámparas a utilizar serán los indicados en otros documentos del Proyecto. Su elección, situación y reparto estarán condicionados a la clase de falsos techos, distribución y coordinación con otras instalaciones fijadas a los mismos, así como a conseguir los niveles de iluminación reflejados en Memoria.

Todos los aparatos de iluminación y sus componentes deberán cumplir en la fabricación y montaje, las siguientes condiciones generales:

- Las partes metálicas sometidas normalmente a tensiones superiores a 24V durante su funcionamiento, no podrán quedar expuestas a contactos directos fortuitos.
- Cuando en su montaje dejen accesibles partes metálicas no sometidas normalmente a tensión, dispondrán de una borna que garantice la puesta a tierra de todas esas partes. Esta borna no quedará expuesta directamente a la vista.
- Deberán contar con aberturas suficientes para permitir una ventilación correcta de los elementos generadores de calor e impida que se superen las temperaturas máximas admisibles para su funcionamiento. Estas aberturas quedarán ocultas y no dejarán que el flujo luminoso se escape por ellas.
- Los elementos de fijación o ensamblaje de componentes quedarán ocultos, bien por no estar expuestos a la vista, bien por quedar integrados (no destaquen) y pintados en el mismo color.
- Cuando sean para interiores, su construcción será tal, que una vez montados, no existan partes de ellos con temperaturas superiores a 80°C en contacto con elementos constructivos u otras instalaciones del edificio. Aun con mayor motivo, cuando estos elementos sean combustibles.
- El cableado interior será con conductores en cobre, designación H07Z1-R aislamiento 450/750 V descritos en el capítulo “CABLES ELÉCTRICOS DE BAJA TENSIÓN” de este PC (salvo luminarias de alumbrado exterior y casos especiales de temperaturas altas), siendo su sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>, separado su trazado de la influencia de los elementos generadores de calor.
- Deberán exhibir, marcadas de forma indeleble, las características eléctricas de alimentación, así como la potencia de lámparas a utilizar.

- Cuando sean del tipo integrado con el sistema de climatización, se hará constar en Planos y Mediciones, indicando si son para retorno, impulsión o para ambas funciones.
- No permitirán que a través de ellos, una vez instalados, se deje a la vista o se ilumine el espacio oculto por los falsos techos donde van fijados.
- Tanto el cableado como los componentes auxiliares que no formen parte de la óptica e iluminación, no estarán expuestos a la vista, permitiendo fácilmente la sustitución de aquellos que sean fungibles en su funcionamiento normal.
- Los destinados a ambos usos de Alumbrado Normal y alumbrado de Reemplazamiento, su encendido no será por cebador, y además dispondrán de un fusible aéreo de 2 Amperios por cada luminaria.

Asimismo cumplirán con las instrucciones ITC-BT-44, ITC-BT-09, ITC-BT-28, ITC-BT-24 del REBT y con las siguientes normas UNE- EN:

- 61.549: Lámparas diversas.
- 61.199, 61.195, 60.901: Lámparas tubulares de Fluorescencia.
- 60.188, 62.035: Lámparas de Vapor de Mercurio.
- 60.192: Lámparas de Vapor de Sodio Baja Presión.
- 60.662: Lámparas de Vapor de Sodio Alta Presión.
- 61.167 y 61.228: Lámparas de Halogenuros Metálicos.
- 60.115, 61.048, 61.049, 60.922, 60.923, 60.926, 60.927 y 60.928: Cebadores, condensadores y arrancadores para fluorescencia.
- 60.061-2, 60.238 y 60.360: Casquillos y Portalámparas.
- 60.400: Portalámparas y Portacebadores para fluorescencia.
- 60.238: Portalámparas rosca Edison.
- 60.928 y 929: Balastos Transistorizados.
- 60.598, 60.634, 60.570 y 21.031: Luminarias.

En cuanto a compatibilidad Electromagnética tendrán que cumplir con las Normas UNE-EN siguientes:

- 55.015: Perturbaciones radioeléctricas.
- 60.555. P2: Perturbaciones por corrientes armónicas.
- 61.000.3.2: Perturbaciones límites en redes.
- 61.547: Requisitos de inmunidad.

## **10.2.- TIPOS DE LUMINARIAS.**

### **10.2.1.- Luminarias fluorescentes de interior.**

Podrán ser para lámparas lineales de arranque por cebador o rápido, con Ø 26 ó 16 mm, o bien para lámparas compactas. Todas con equipos (uno por lámpara) en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. En las de 26 y 16 mm, los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las luminarias para lámparas compactas podrán ser cónico-circulares o cuadradas. Tanto éstas como las de lámparas de 26 y 16 mm, podrán ser para montaje empotrado en falsos techos o de superficie para montaje adosado a techos. Cuando vayan empotradas su construcción se ajustará al tipo de techo donde vayan instaladas.

Todas las luminarias de empotrar no cónico-circulares, dispondrán de cerco y componente óptico separados. El cerco será siempre en T de aluminio anodizado o pintado y se instalará antes que la luminaria, debiendo ser siempre en una sola pieza o sus uniones suficientemente ajustadas como para que así resulte. El tipo de componente óptico será el indicado en Memoria y Mediciones. La fijación de luminarias se realizará suspendida de forjados mediante varilla roscada en acero galvanizado de 3 mm con piezas en fleje de acero para su tensado. Su construcción será en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color blanco estable a los rayos ultravioleta en polvo de poliuretano polimerizado al horno. Cuando las luminarias sean de superficie, el color del exterior será a elegir por la DF. El ancho estándar para las destinadas a alojar lámparas de 26 y 16 mm, arranque por cebador o rápido, será:

- Luminaria para una lámpara: 190 mm para la de empotrar.
- Luminaria para dos lámparas: 300 mm para la de empotrar y 320 mm para la de superficie.
- Luminaria para tres lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.
- Luminaria para cuatro lámparas: 600 mm para la de empotrar y 690 mm para la de superficie.

Las destinadas a dos o tres lámparas compactas largas de 36 W, sus dimensiones estándar serán de 600×600 mm para las de empotrar, y de 560×560 mm para las de superficie.

Los rendimientos de las luminarias de empotrar en función de los diferentes componentes ópticos, serán como mínimo para lámparas fluorescentes lineales, los que se indican a continuación:

- Componente óptico doble parabólico aluminio especular.
  - Luminaria de 1×58W, igual o superior al 65%.
  - Luminaria de 1×35W, igual o superior al 67%.
  - Luminaria de 2×36W, igual o superior al 56% (con macrocelosía el 71%).
  - Luminaria de 3×18W, igual o superior al 70%.
  - Luminaria de 4×18W, igual o superior al 74%.
- Componente óptico doble parabólico aluminio mate:
  - Luminaria de 1×58W, igual o superior al 62%.
  - Luminaria de 1×36W, igual o superior al 65%.
  - Luminaria de 2×36W, igual o superior al 64% (con macrocelosía el 70%).
  - Luminaria de 3×18W, igual o superior al 60%.
  - Luminaria de 4×18W, igual o superior al 67%.
- Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.
  - Luminaria de 1×58W, igual o superior al 67%.
  - Luminaria de 1×36W, igual o superior al 69%.
  - Luminaria de 2×36W, igual o superior al 60% (con macrocelosía el 64%).
  - Luminaria de 3×18W, igual o superior al 52%.
  - Luminaria de 4×18W, igual o superior al 55%.

Cuando las lámparas sean compactas TC-L, los rendimientos mínimos serán los siguientes:

- Componente óptico doble parabólico aluminio especular:
  - Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
  - Luminaria de 3×36W, igual o superior al 63%.
  - Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.
- Componente óptico doble parabólico aluminio mate.
  - Luminaria de 2×36W, igual o superior al 66%.
  - Luminaria de 3×36W, igual o superior al 49%.
  - Luminaria de 2×55W, igual o superior al 54%.
- Componente óptico doble parabólico aluminio termoesmaltado en blanco.
  - Luminaria de 2×36W, igual o superior al 52%.
  - Luminaria de 3×36W, igual o superior al 50%.

Las luminarias cónico-circulares fluorescentes serán para una o dos lámparas compactas cortas de hasta 26 W. Será fabricada en chapa de acero pintado con reflector de policarbonato autoextinguible de alta reflexión y cristal transparente decorativo. Sus dimensiones máximas serán Ø 180 mm, por 240 mm de altura para lámparas verticales incluido el equipo, y de 150 mm de altura para lámparas horizontales en las mismas condiciones.

Los rendimientos de las luminarias cónico-circulares para lámparas compactas cortas, serán como mínimo los que se indican a continuación:

- Con reflector abierto:
  - Luminaria de 1×18W, igual o superior al 61%.
  - Luminaria de 2×13W, igual o superior al 61%.
  - Luminaria de 2×18W, igual o superior al 62%.
  - Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.
- Con reflector y cierre de cristal:



- Luminaria de 2×13W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
- Luminaria de 2×26W, igual o superior al 63%.
- Con reflector limitador del deslumbramiento (darklights).
  - Luminaria de 2×36W, igual o superior al 51%.
  - Luminaria de 2×18W, igual o superior al 52%.
  - Luminaria de 2×36W, igual o superior al 53%.

#### **10.2.2.- Regletas industriales y luminarias herméticas para interior.**

Serán para una o dos lámparas de arranque por cebador o rápido, con equipos en Alto Factor y alimentación a 230 V, 50 Hz. Los portalámparas serán de presión y disco giratorio de seguridad.

Las regletas serán fabricadas en chapa de acero de 0,7 mm primera calidad, conformada en frío y esmaltada en color a elegir por la DF estable a los rayos ultravioleta con polvo de poliuretano polimerizado en horno. Su anclaje será en chapa galvanizada y tornillos cadmiados para fijación a techo. Podrán llevar reflectores en color blanco del tipo simétrico o asimétrico.

Las luminarias herméticas serán construidas en poliéster preimpregnado y reforzado con fibra de vidrio resistente a golpes y corrosiones, protegidas contra chorro de agua y polvo, grado IP-65. El difusor será en policarbonato prismático de gran transparencia, resistencia y alto grado de rendimiento lumínico, unido a la luminaria mediante junta de neopreno y pestillos a presión que garanticen su grado de estanqueidad. Los equipos y portalámparas irán fijados al reflector que será en chapa de acero esmaltada en blanco. Dispondrá de entradas semitroqueladas para paso de las canalizaciones rígidas de distribución y alimentación eléctrica. Serán para instalar adosadas a techos o suspendidas mediante accesorios.

#### **10.2.3.- Aparatos especiales y decorativos para interior.**

Se incluyen aquí los apliques, plafones, proyectores, etc., con lámparas incandescentes, halogenuros metálicos, halógenas, reflectoras, Par 38, Par halógena, Vapor de Mercurio o Sodio, de uso decorativo o específico para su instalación interior. Cuando deban llevar equipo de encendido, todos serán en Alto Factor.

Todos ellos cumplirán con las condiciones generales del punto “Generalidades” de este capítulo y las especificaciones particulares reflejadas en Memoria y Mediciones.

#### **10.2.4.- Aparatos autónomos para alumbrados de Emergencia y Señalización.**

Los aparatos a instalar deberán por sí mismos disponer de ambos alumbrados, cumpliendo en sus especificaciones técnicas con las necesidades establecidas en la ITC-BT-28 del REBT.

Deberán ir instalados sobre paramentos verticales a una altura de 10 cm por encima de los marcos de puertas o suspendidos de los techos. La distancia entre ellos no superará los 10 m.

La envolvente deberá ser en material no conductor de la corriente eléctrica y construido conforme a las normas UNE 20.062-93 para incandescentes y UNE 20.392-93 para fluorescentes así como la EN 60.598.2.22. Su autonomía, de no indicarse en otros documentos del Proyecto, será de una, dos o tres horas según Memoria y Mediciones del Proyecto. El modelo a instalar permitirá las siguientes variantes:

- Alumbrado de emergencia fluorescente.
- Alumbrado de señalización incandescente.
- Alumbrado de señalización fluorescente.
- Alumbrados de emergencia y señalización combinados.
- Instalación empotrada, semiempotrada, superficial, suspendida y en banderola.
- Posibilidad de diferentes acabados.
- Disponibilidad de rótulos adhesivos o serigrafiados sobre el propio difusor de policarbonato.

Las baterías serán Ni-Cd estancas de alta temperatura. Deberán ser telemandables y dispondrán de protecciones contra errores de conexión y descarga total de baterías.

#### **10.2.5.- Luminarias de Alumbrado Público y sus soportes.**

Se incluyen únicamente las destinadas a iluminación de viales y pasos peatonales.

Para la determinación del tipo de luminaria, altura de postes y báculos, así como clase de lámpara, se tendrá muy en cuenta las normas particulares y entornos del lugar donde vayan a ir instalados. Todos estos condicionamientos, cuando existan, vendrán justificados en la Memoria del Proyecto. De no especificarse lo contrario, este tipo de alumbrado se realizará con luminarias reflectoras para montaje sobre báculo en viales, y luminarias ornamentales sobre poste en áreas peatonales. Todas ellas para lámpara de

descarga de forma elipsoidal o tubular. No se admitirán lámparas que tengan filamento (incandescencia y luz mezcla).

La disposición de luminarias en los viales proporcionará unos niveles medios de iluminancia de 15 lux con una uniformidad del 0,3.

En pasos peatonales y jardines, las zonas iluminadas dispondrán de 7 lux con una uniformidad del 0,2.

La elección de luminaria, distancia entre ellas y altura de báculos y postes, deberá justificarse mediante los cálculos correspondientes.

Las luminarias reflectoras serán en fundición de aluminio inyectado con reflector de reparto asimétrico en chapa del mismo material pulido, electroabrillantado y anodizado. Podrán ser abiertas o cerradas según se indique en otros documentos del Proyecto. Cuando lleven sistema de cierre, será del tipo cubeta transparente en policarbonato con junta de estanqueidad y cierres de acero protegido por baño electrolítico. Llevarán incorporado el equipo de encendido, siempre en A.F. y con portalámparas de porcelana. Su grado de protección deberá ser Clase II-IP 55. El acabado será en pintura electrostática en polvo polimerizada a alta temperatura.

Las luminarias ornamentales corresponderán con el tipo descrito en Memoria y Mediciones, siempre con difusor en policarbonato, equipo de encendido en A.F. incorporado y portalámparas de porcelana. Su grado de protección será Clase II-IP 55.

Los báculos, postes y brazos murales que sirven de soporte a las luminarias, serán en chapa de acero galvanizada en caliente. Los báculos y postes dispondrán en su base (a 300 mm como mínimo del suelo) de una portezuela de registro para conexiones y protecciones eléctricas. La conicidad será del 13% y el diámetro mínimo de la base 142 mm para báculos de 6 m y 130 mm para postes de 4 m. La inclinación del brazo en los báculos respecto a la horizontal podrá ser de 3° a 15° con un radio de curvatura de 1 m y su longitud de 1,5 m hasta 6 m de altura, y de 2 m para los de mayor altura. El espesor de la chapa con la que han de ser contruidos será de 3 mm hasta los de 9 m de altura, y de 4 mm para los de mayor altura.

### **10.3.- COMPONENTES PARA LUMINARIAS.**

Los componentes Pasivos: casquillos, portalámparas, portacebadores, etc., deberán cumplir con las normas indicadas para ellos en el apartado de “Generalidades” de este capítulo.

Los componentes Activos: reactancias, transformadores, arrancadores, condensadores, lámparas, etc., deberán ser escogidos bajo criterios establecidos por la Asociación Europea de Fabricantes de Luminarias (CELMA), sobretudo por el Índice de Eficacia Energética (EEI) y el Factor de Luminosidad de Balasto (BLF).

### 10.3.1.- Reactancias o balastos.

En aplicación al conjunto balasto-lámpara del Índice de Eficacia Energética (EEI), equivalente al cociente entre el flujo emitido por la lámpara con el balasto y la potencia aparente total consumida por el conjunto, CELMA clasifica a los balastos en siete clases o niveles, definidos con un valor límite representado por la potencia total absorbida por el conjunto, estas son: A1, A2, A3, B1, B2, C y D, correspondiendo el mayor nivel al A1, y disminuyendo progresivamente para los sucesivos hasta el D, que es el de menor nivel. Bien entendido que estos niveles no tienen correlación directa con la tecnología empleada en la fabricación de los balastos, la cual está referida al factor BLF (Factor de Luminosidad del Balasto), cuyo valor viene dado por el cociente entre flujo luminoso emitido por una lámpara funcionando con el balasto de ensayo, y el flujo de esa misma lámpara funcionando con un balasto de referencia que sirve de patrón. Este factor BLF tiene que ser 1 para balastos electrónicos (alta frecuencia) y 0,95 para balastos electromagnéticos.

La clasificación en los siete niveles de CELMA es aplicable a las lámparas fluorescentes que posteriormente se relacionan, siempre alimentadas a la tensión de 230 V y 50 Hz, obtenidos los valores de potencia en el conjunto balasto-lámpara con:

- Balastos Electrónicos para las clases A1, A2 y A3.
- Balastos Electromagnéticos de Bajas Pérdidas para clases B1 y B2.
- Balastos Electromagnéticos Convencionales para clase C.
- Balastos Electromagnéticos de Altas Pérdidas para clase D.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del proyecto, los balastos serán Clase A2 para los electrónicos y B2 para los electromagnéticos como mínimo, disponiendo siempre los electrónicos de precaldeo y PCF (Controlador del Factor de Potencia).

Los balastos electromagnéticos utilizados para el encendido y mantenimiento en servicio de las lámparas fluorescentes y de descarga, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, y siempre bajo la clasificación de CELMA. Los destinados a luminarias de interior, serán de núcleo al aire tipo acorazado con imprimación en vacío de resinas epoxídicas tropicalizadas, fijados a una envolvente protectora de hierro tratado con perforaciones para su montaje. Los destinados a luminarias intemperie alojados en su interior, serán del tipo hermético con envoltura en perfil de aluminio y tapas de poliamida con fibra de vidrio grado de protección IP54. Cuando su montaje sea a la intemperie, irán alojados con el condensador y el arrancador correspondiente, en una caja con tapa que garantice un grado de protección IP655. La caja será en fundición de aluminio y llevará la placa de características del equipo que aloja. Todos llevarán impreso y de forma indeleble, el esquema de conexionado y características de los componentes para el encendido y condensador necesario utilizado en la compensación de su efecto inductivo.

Los balastos electrónicos, como los anteriores, corresponderán en sus características con las exigidas por el fabricante de las lámparas a emplear, quedando identificadas en planos de planta las luminarias equipadas con balastos regulables en los casos que así se proyecten. En su construcción y diseño cumplirán con las normas VDE 0875-2 y UNE-EN-208.001 Y 55015 (93) referentes a Radiointerferencias, no produciendo perturbaciones en las instalaciones de infrarrojos anejas. Asimismo, en la emisión de armónicos a la red, su nivel estará por debajo de lo establecido en las normas VDE 0712/23, CEI-555-2, IEC 929, UNE-EN-60555-2 (87), UNE-EN-61000-3-2 y UNE-EN-60928 y 60929. En su fabricación se tendrá en cuenta las normas UNE-EN-61.347, 50.294, 60.730, 60.920, 60.921, 60.922 y 60.923.

Los instalaciones eléctricas que han de alimentar a los balastos electrónicos, deberán cumplir con lo recomendado por el fabricante de los mismos, sobretodo en cuanto al número de balastos máximo por disyuntor de 10 A y Dispositivo de disparo Diferencial por corriente Residual (DDR), longitud y características de los conductores entre los balastos y lámparas que alimentan, así como las condiciones particulares para los casos con reencendido en caliente.

A continuación se incluye la Tabla de CELMA para la clasificación del conjunto Balasto-Lámpara:

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA DE LA LÁMPARA		CÓDIGO ILCOS	CLASE						
	50 Hz	HF		A1	A2	A3	B1	B2	C	D
LINEAL	15 W	13,5 W	FD-15-E- G13- 26/450	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 16 W	≤ 18 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
	18 W	16 W	FD-18-E- G13- 26/600	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	30 W	24 W	FD-30-E- G13- 26/895	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 31 W	≤ 33 W	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 40 W	> 40 W
	36 W	32 W	FD-36-E- G13- 26/1200	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
	38 W	32 W	FD-38-E- G13- 26/1047	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
	58 W	50 W	FD-58-E- G13- 26/1500	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 55 W	≤ 59 W	≤ 64 W	≤ 67 W	≤ 70 W	> 70 W
	70 W	60 W	FD-70-E- G13- 26/1800	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 68 W	≤ 72 W	≤ 77 W	≤ 80 W	≤ 83 W	> 83 W
COMPACTA 2 TUBOS	18 W	16 W	FSD-18-E- 2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	24 W	22 W	FSD-24-E- 2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSD-36-E- 2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
		40 W	FSDH-40- L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 44 W	≤ 46 W				
		55 W	FSDH-55- L/P-2G11	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				
COMPACTA PLANA 4 T	18 W	16 W	FSS-18-E- 2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W



	24 W	22 W	FSS-24-E- 2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 25 W	≤ 27 W	≤ 30 W	≤ 32 W	≤ 34 W	> 34 W
	36 W	32 W	FSS-36-E- 2G10	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 38 W	≤ 41 W	≤ 43 W	≤ 45 W	> 45 W
COMPACTA 4 TUBOS	10 W	9,5 W	FSQ-10-E- G24q=1 FSQ-10-I- G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W
	13 W	12,5 W	FSQ-13-E- G24q=1 FSQ-13-I- G24q=1	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	> 21 W
	18 W	16,5 W	FSQ-18-E- G24q=2 FSQ-18-I- G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSQ-26-E- G24q=3 FSQ-26-I- G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
COMPACTA 6 TUBOS	18 W	16 W	FSM-18-I- GX24d=2 FSM-18-E- G24q=2	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 24 W	≤ 26 W	≤ 28 W	> 28 W
	26 W	24 W	FSM-26-I- GX24d=3 FSM-26-E- G24q=3	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 32 W	≤ 34 W	≤ 36 W	> 36 W
		32 W	FSMH-32- L/P- GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 36 W	≤ 39 W				
		42 W	FSMH-42- L/P- GX24d=4	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 46 W	≤ 49 W				
COMPACTA 2 D	10 W	9 W	FSS-10- GR10q FSS-10- L/P/H- GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 11 W	≤ 13 W	≤ 14 W	≤ 16 W	≤ 18 W	> 18 W

16 W	14 W	FSS-16-I-GR8 FSS-16-E-GR10q FSS-16-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 17 W	≤ 19 W	≤ 21 W	≤ 23 W	≤ 25 W	> 25 W
21 W	19 W	FSS-21-GR10q FSS-21-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 22 W	≤ 24 W	≤ 27 W	≤ 29 W	≤ 31 W	> 31 W
28 W	25 W	FSS-28-I-GR8 FSS-28-E-GR10q FSS-28-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 29 W	≤ 31 W	≤ 34 W	≤ 36 W	≤ 38 W	> 38 W
38 W	34 W	FSS-38-GR10q FSS-38-L/P/H-GR10q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 38 W	≤ 40 W	≤ 43 W	≤ 45 W	≤ 47 W	> 47 W
	55 W	FSS-55-GRY10=03 FSS-55-L/P/H-GRY10=q	BAJO CONSIDERACIÓN	≤ 59 W	≤ 63 W				

### 10.3.2.- Lámparas fluorescentes.

De no indicarse lo contrario en otros documentos del Proyecto, serán de Ø 26 mm con potencias estándar de 18, 36 y 58 W, encendido mediante pico de tensión mayor de 800 V por cebador a temperatura ambiente superior a 5°C, o por reactancia electrónica con precaldeo.

Dentro de las diferentes gamas de lámparas, las que se instalen deberán tener una eficacia luminosa igual o superior a 90 lm/W para lámparas de 36 y 58 W, y de 70 lm/W para las de 18 W. Tendrán un índice de rendimiento al color no inferior al Ra=84.

### 10.3.3.- Lámparas fluorescentes compactas.

Serán del tipo "para balasto convencional independiente", utilizándose para las luminarias cuadradas las de longitudes largas (225 a 535 mm), y las de longitudes cortas



(118 a 193 mm) del tipo sencillo o doble, para luminarias cónico-circulares. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 80 lm/W. Las potencias de lámparas a utilizar serán:

- Lámparas Largas: 18, 24, 36, 40 y 55 W con reproducción cromática 1B y casquillo 2G11.
- Lámparas Cortas Sencillas: 5, 7 y 9 W con reproducción cromática 1B y casquillo G23.
- Lámparas Cortas Dobles: 10, 13, 18 y 26 W con reproducción cromática 1B y casquillo G24d-1/d-2/d-3.

#### **10.3.4.- Lámparas de descarga de forma elipsoidal.**

Podrán ser de Vapor de Mercurio en Alta Presión, Vapor de Sodio en Alta Presión y Halogenuros Metálicos, para iluminación de interiores y exteriores. Su eficacia luminosa deberá ser igual o superior a 60 lm/W en las de V.M.A.P., de 100 lm/W en las de V.S.A.P. y de 75 lm/W en las H.M.

Para interiores, las lámparas deberán tener un índice de rendimiento en color igual o superior a 60 (  $R_a > 60$  ) con reproducción cromática 1A, 1B, 2A o 2B.

#### **10.3.5.- Lámparas varias.**

Se incluyen las incandescentes de iluminación general, reflectoras, linestras, halógenas normales, halógena B.V., reflectoras halógenas, etc. y aquellas cuyo uso específico debe quedar reflejado y definido en otros documentos del Proyecto.

La determinación del tipo de lámpara a utilizar estará condicionado al aparato de alumbrado donde vaya instalada, características del lugar a iluminar, niveles de iluminación, importancia del resalte de colores, carga térmica, distribución de la luz, etc.

Todas las lámparas cumplirán con las normas UNE armonizadas con las vigentes en CEI.

## **INSTALACIONES DE COMUNICACIÓN Y COMPLEMENTARIAS.**

### **1.- GENERALIDADES.**

Al constituir esta instalación un capítulo del Proyecto General, estarán sometidas a todas las consideraciones técnicas, económicas y administrativas relacionadas en el apartado correspondiente al mismo. Por ello, en este documento solo se fijan las propias y específicas de este capítulo.

#### **1.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN.**

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) es de aplicación a todo el contenido que forma parte del capítulo de Comunicaciones, definido en los diferentes documentos del mismo: Memoria, Planos, Presupuesto, etc.

#### **1.2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS.**

La Empresa Instaladora (EI), estará obligada al suministro e instalación de todos los equipos y materiales reflejados en Planos y descritos en Presupuesto, conforme al número, tipo y características de los mismos.

Los materiales auxiliares y complementarios, normalmente no incluidos en Planos y Presupuesto, pero imprescindibles para el correcto montaje y funcionamiento de las instalaciones (chasis, bornes, tornillería, soportes, conectores, perfilera, etc), deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

En los precios de los materiales ofertados por la EI estará incluida la mano de obra y medios auxiliares necesarios para el montaje y pruebas, así como el transporte a pie y dentro de la obra, hasta su ubicación definitiva.

La EI dispondrá para estos trabajos de un Técnico competente responsable ante la Dirección Facultativa (DF), que representará a los técnicos y operarios que llevan a cabo la labor de instalar, configurar, ajustar, señalizar y probar los equipos. Este técnico deberá estar presente en todas las reuniones que la DF considere oportunas en el transcurso de la obra, y dispondrá de autoridad suficiente para tomar decisiones sobre la misma, en nombre de su EI.

Los materiales y equipos a suministrar por la EI serán nuevos y ajustados a la calidad exigida, salvo en aquellos casos que se especifique taxativamente el aprovechamiento de material existente.

No serán objeto, salvo que se indique expresamente, las ayudas de albañilería necesarias para rozas, bancadas de armarios Rack, zanjas, pasos de muros, huecos registrables para montantes verticales, etc, que conllevan esta clase de instalaciones.

En cualquier caso, los trabajos objeto de este capítulo del Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, señalizada, probada y funcionando.

La instalación eléctrica necesaria para la alimentación de equipos informáticos de Repartidores, Servidores y Puntos de Acceso a la Red no son objeto de este capítulo, habiéndose incluido por tanto en el capítulo de ELECTRICIDAD.

Asimismo, de no especificarse lo contrario en otros documentos de este Proyecto no se considera incluida “LA ELECTRÓNICA DE RED” necesaria para la gestión de la transmisión de Datos informáticos al ser una técnica en constante y rápida evolución.

### **1.3.- PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.**

Antes de comenzar los trabajos en obra, la EI deberá presentar a la DF los planos y esquemas definitivos, así como detalle de las ayudas necesarias para la ejecución y montaje de sus instalaciones.

Asimismo la EI, previo estudio detallado de los plazos de entrega de materiales y equipos, confeccionará un calendario conjunto con la Empresa Constructora (EC) para asignar las fechas exactas a las distintas fases de obra.  
La coordinación de la EI y la EC siempre será dirigida por esta última y supervisada por la DF.

### **1.4.- MODIFICACIONES AL PROYECTO Y CAMBIO DE MATERIALES.**

La EI una vez estudiado el contenido de este Proyecto, previo a la firma del contrato para la ejecución de los trabajos contenidos en el mismo, está obligada a notificar a la DF y EC cualquier circunstancia por la que ella considere que las instalaciones no se ajustan a reglamento o puedan ser cuestionables en su ejecución y funcionamiento. Asimismo la EI podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el desarrollo de las instalaciones o materiales del presente Proyecto, siempre que esta esté debidamente justificada. La aprobación quedará a criterio de la DF.

Las variaciones que, por cualquier causa sean necesarias realizar al Proyecto, siempre serán pedidas por la DF durante el transcurso del montaje, debiendo ser valoradas por la EI y presentadas como adicional, con precios unitarios de la oferta base o contradictorios, para aprobación previa a su realización.

### **1.5.- VIBRACIONES Y RUIDOS.**

En el montaje de equipos se deberán tener presente las recomendaciones del fabricante, a fin de no sobrepasar, sea cual fuere el régimen de carga para el que está previsto, los niveles de ruido o transmisión de vibraciones establecidos o exigidos por las Ordenanzas Municipales o características propias del lugar donde están implantados.

Las correcciones que hayan de introducirse para reducir los niveles, deberán ser aprobadas por la DF y realizarse mediante los accesorios propios que para estos casos dispone el fabricante.

Las uniones entre elementos rígidos y equipos sometidos a vibraciones, deberán realizarse siempre con acoplamientos flexibles.

### **1.6.- IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS, RÓTULOS, ETIQUETEROS Y SEÑALIZACIONES..**

Antes de la entrega de la obra, la EI deberá realizar la colocación de rótulos, etiqueteros, señalizaciones y placas de características técnicas, que permitan identificar los componentes de la instalación con los planos definitivos de montaje.

Los rótulos servirán para nominar a los Armarios Repartidores. Este nombre coincidirá con el asignado en planos de montaje y sus caracteres serán grabados con una altura mínima de 20 mm.

Los etiqueteros servirán para identificar el destino asignado a equipos mediante números y leyendas dentro del Repartidor. El tamaño mínimo para caracteres de asignación y etiqueteros grabados será de 6 mm.

Las señalizaciones servirán fundamentalmente para la identificación de cables y tomas. Para este uso, podrán utilizarse etiqueteros con escritura indeleble a mano, así como números de collarín para conductores en bornes de conexión. Todas estas identificaciones corresponderán con las indicadas en esquemas utilizados para el montaje definitivo y su realización será tal que las debe hacer perdurables en el tiempo y soportables a las labores habituales de limpieza.

### **1.7.- PRUEBAS PREVIAS A LA ENTREGA DE INSTALACIONES.**

Corresponderán con las indicadas para cada instalación en el apartado correspondiente de este capítulo de COMUNICACIONES.

## **1.8.- NORMATIVA A CUMPLIR.**

El sistema de cableado estructurado cumplirá con la normativa europea que a continuación se relaciona clasificada por tipo de exigencias.

### **1.8.1.- Referente al cableado.**

- Norma EN 50173 sobre cableado de telecomunicaciones en edificios.
- Norma EN 50167 sobre cables de distribución horizontal.
- Norma EN 50168 sobre cables de parcheo y conexión a los terminales.
- Norma EN 50169 sobre cables de distribución vertical.
- Norma EN 50174 como guía para la realización de un proyecto de cableado.
- Norma ISO/IEC 11081 sobre cableado genérico para usuarios en edificios.

### **1.8.2.- Referente a la Compatibilidad Electromagnética.**

Se considera de obligado cumplimiento la Directiva de Compatibilidad Electromagnética 89/336/EEC según R.D.444/1.994, siendo de referencias las siguientes normas:

- Norma EN 50081 sobre emisiones.
- Norma EN 50082-1 sobre inmunidad.
- Normas EN 55022 y EN 55024 producto sobre la emisión de las Tecnologías de la Información.

### **1.8.3.- Referente a Seguridad.**

- Norma UNE 20432 sobre propagación de la llama y del incendio.
- Norma UNE 20427 sobre la propagación del incendio.
- Norma UNE 21172 sobre emisión de humos.
- Norma UNE 21147 sobre ausencia de halógenos en su cubierta e índice de toxicidad.

La normativa relacionada en los dos puntos anteriores, Compatibilidad Electromagnética y Seguridad, será de aplicación a todas las instalaciones incluidas en este capítulo de COMUNICACIONES. Asimismo, se relaciona la siguiente normativa para ellas, puesto que total o parcialmente puede influir en la ejecución de las mismas.

- Normas de Seguridad según R.D.7/1.998 sobre La Directiva de Baja Tensión de la CE que incluye la UNE-EN 60065.
- Norma UNE 7183 sobre recubrimientos galvánicos.
- Norma UNE 20502 sobre equipos de sistemas electroacústicos.
- Norma UNE 20514 sobre seguridad para equipos electroacústicos y sus accesorios.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) según R.D. 842/2002 del 2 de agosto de 2.002.
- Reglamento NBE-CPI96 y su revisión del 16 de abril de 1.998.
- Reglamento de Protección de Datos.
- Reglamento de Telecomunicaciones (conexiones con operadores públicos).
- Normas DIN 41050-1-2, DIN/VDE 57834/0834 y DIN/VDE 0107-25 párrafo 4.

No obstante todos los materiales empleados en las instalaciones de este capítulo deberán exhibir el sello “CE” acreditativo del cumplimiento de la Normativa Europea.

### **1.9.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA FINAL Y FORMACIÓN.**

Finalizadas las instalaciones se entregará una documentación completa, en papel encarpetada por triplicado y en soporte magnético, conteniendo:

- Planos de planta donde se representen todas y cada una de las instalaciones de este capítulo, con sus identificaciones.
- Planos de esquemas con los componentes referenciados, funcionamiento y topología de las instalaciones, incluyendo los cableados, sus señalizaciones e identificaciones con respecto a los planos de planta.
- Documentación de Pruebas y Resultados.
- Especificaciones técnicas de todos los elementos constitutivos de las instalaciones (catálogos técnicos).

- Cursos de formación sobre explotación y mantenimiento de todas las instalaciones.

## **2.- RED DE CABLEADO ESTRUCTURADO.**

### **2.1.- GENERALIDADES.**

La filosofía sobre la que ha de basarse la red de cableado estructurado objeto de esta instalación pasa por el cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Dar soporte de transmisión de voz, datos y video a todos los puestos de trabajo que existan o puedan existir en un futuro.
- Permitir de un modo sencillo la reubicación y reasignación de los puestos de trabajo.
- Que el mantenimiento se pueda realizar por áreas determinadas sin interrumpir el funcionamiento de las otras.
- Que el mantenimiento y la explotación del cableado no requiera de personal altamente cualificado.
- Que el cableado soporte tanto los actuales estándares del mercado, como los que previsiblemente se implantarán en un futuro.
- Que ofrezca la adecuada inmunidad electromagnética requerida para trabajar con altas velocidades de transmisión.

Para lo cual el edificio ha de proporcionar y dotar a esta instalación de la siguiente infraestructura:

- Locales de uso exclusivo e individualizado, para el Repartidor Principal de Datos, Repartidor principal de Voz, Repartidores Secundarios de zona en plantas y Sala de Servicios Informáticos.
- Espacios de enlace entre los diferentes locales, tanto en recorridos horizontales por encima de falsos techos registrables, como en Montantes Verticales para los pasos de planta a planta.
- Necesidades para alimentaciones eléctricas de equipos con red separada mediante protecciones eléctricas propias y diferenciadas de las redes destinadas a otros usos, con las que únicamente podrán compartir las troncales.
- Empleo de fuentes eléctricas con Suministro de Alimentación Ininterrumpida (S.A.Is) para Repartidores Principal y Secundarios, así como “Salvatareas” en

Puestos de Acceso a Red considerados como estratégicos en las funciones y actividad propia del edificio.

De conocerse las necesidades, en la Sala de Servicios Informáticos, tanto eléctricas como informáticas, se considerará importante establecer para todos los consumidores de potencia eléctrica ubicados en el mismo, una red separada mediante transformador con sistema de distribución secundario por Neutro Impedante (IT) y Dispositivos Medidores de Aislamiento como sistema de protección contra contactos indirectos. Esta instalación deberá incorporar un S.A.I para la potencia demandada y una autonomía de 15 minutos como mínimo.

El Repartidor Principal de Datos irá ubicado en la propia Sala de Servicios Informáticos o local anexo con acceso directo desde este; y el Principal de Voz en local adjunto al de la Central Telefónica.

Para los Repartidores Secundarios de Voz-Datos (RSs), los locales se ubicarán en zonas propias de instalaciones, a ser posible incorporando la Montante Vertical en el propio local, y teniendo en cuenta que la distancia en tendido real de cable entre el Repartidor y el Puesto de Acceso a Red (PAR) más alejado al que ha de servir, no debe ser superior a 90 metros. El número de RSs será el menor posible.

Todos estos locales deben disponer de un cerramiento resistente al fuego RF-120 y ventilación suficiente para que la temperatura en ellos no pase de los 30°C. Las dimensiones de cada local dependen del número de armarios rack que hayan de albergar, debiéndose de prever unas dimensiones mínimas de 2x2,5 metros, abriendo la puerta de acceso hacia fuera.

Todos los cables, tanto del subsistema horizontal como del vertical, irán canalizados sobre bandejas metálicas que llevarán incorporado un cable de cobre desnudo de 16 mm<sup>2</sup> con conexiones cada metro. Estas bandejas serán siempre con tapa metálica para cables sin apantallamiento UTP, así como para las verticales. Sólo se admitirá bandeja metálica sin tapa para cable apantallado FTP en recorrido horizontal. A través de él se establecerá la red equipotencial para partes metálicas y apantallamientos de la red. Las bandejas irán fijadas a paredes y forjados por encima de los falsos techos, que por razones de funcionalidad deben ser registrables, siendo su trazado por pasillos, vestíbulos y zonas comunes. En su montaje se establecerán cortes en su continuidad que eviten la transmisión térmica; esta interrupción, que será cada 15 metros, no afectará a su conductor de protección. En recorridos horizontales la separación entre uno y otro tramo será de 5 cm, y en recorridos verticales de 15 cm coincidiendo con los pasos de forjados. Asimismo se realizará este tipo de cortes en los pasos de uno a otro sector de incendios, siendo la separación entre tramos de 10 cm. La bandeja en todos los casos dispondrá de soportes en los extremos.

La instalación para equipotencialidad entre todas las partes metálicas que sirven de soporte a equipos, así como la de apantallamiento del cableado estructurado, se pondrán a tierra mediante electrodo independiente, estableciéndose una conexión a la red de tierra de la Estructura del edificio preferentemente desde el Repartidor Principal



de Datos, que a su vez será también el punto de conexión al mencionado electrodo de puesta a tierra independiente.

Los S.A.Is para alimentación eléctrica de repartidores, será para una autonomía de 15 minutos a una potencia plena de 1500 vatios. Los “Salvatareas” serán con una autonomía de 20 minutos y una potencia disponible para dos PCs.

## 2.2.- COMPONENTES.

### 2.2.1.- Cables en cobre de enlace entre RSs y Puestos de Acceso a Red .

Tanto para tomas de Voz como para tomas de Datos, el cable será de las mismas características, lo que permitirá convertir fácilmente una toma de voz en datos y viceversa. El cable será de 4 pares trenzados con pantalla de aluminio y 6 mm de diámetro exterior tipo FTP o sin pantalla tipo UTP, según se especifique en otros documentos del Proyecto. Las características técnicas específicas de estos cables serán:

- Cables tipo FTP:

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100m)	NEXT (dB)	ACR (dB)	PS NEXT (dB)	ELFEXT (dB/100m)	PS ELFEXT (dB/km)	Return Loss (dB)
1	1,9	77,0	75,1	74	80	77	25,0
4	3,6	68,0	64,4	65	73	70	25,0
10	5,7	62,0	56,3	59	65	62	25,0
16	7,3	59,0	51,7	56	61	58	25,0
20	8,3	57,0	48,7	54	59	56	25,0
31,25	10,3	55,0	44,7	52	55	52	25,0
62,5	14,8	50,0	35,2	47	49	46	23,8
100	19,0	47,0	28,0	44	45	42	23,0
200	27,3	42,0	14,7	39	39	36	21,0
250	31,0	41,0	10,0	38	37	34	20,0
300	34,0	40,0	6,0	37	35	32	20,0

- Cables tipo UTP:

Frequency (MHz)	Attenuation (dB/100m)	NEXT (dB)	ACR (dB)	PS NEXT (dB)	ELFEXT (dB/100m)	PS ELFEXT (dB/km)	Return Loss (dB)
1	1,9	77,0	75,1	74	80	77	25,0
4	3,6	68,0	64,4	65	73	70	25,0
10	5,7	62,0	56,3	59	65	62	25,0
16	7,3	59,0	51,7	56	61	58	25,0
20	8,3	57,0	48,7	54	59	56	25,0
31,25	10,3	55,0	44,7	52	55	52	25,0
62,5	14,8	50,0	35,2	47	49	46	23,8
100	19,0	47,0	28,0	44	45	42	23,0
200	27,3	42,0	14,7	39	39	36	21,0
250	31,0	41,0	10,0	38	37	34	20,0
300	34,0	40,0	6,0	37	35	32	20,0

Cumplirán las características exigibles según la normativa siguiente:

- Deberán ser Cat. 6 ISO clase E libre de halógenos.
- Norma europea EN 50167 para cableado horizontal, siendo de obligado cumplimiento desde Junio de 1.995 el empleo de cables con cubierta LSHO (Baja Emisión de Humo y Libre de Halógenos).
- Directiva 89/336/CEE en cuanto a compatibilidad magnética (EMC), de obligado cumplimiento en la CEE a partir de 1.996, en cuanto se refiere a sus normas:
- EN 55022 sobre emisión de radiaciones.
- EN 50082 sobre inmunidad ante perturbaciones.
- EN 55024 sobre sensibilidad.
- EN 50173, CENELEC TC 111.

En el conexionado de los cables con apantallamiento FTP a las tomas RJ45, se tendrá muy en cuenta que la pantalla tiene que conectarse, en ambos extremos del cable, al contacto de pantalla de la toma y aplicarse entorno a 360°.

En el tendido de los mismos se tendrá en cuenta que su radio de curvatura debe ser igual o superior a 5 cm y que en los RSs debe dejarse un sobrante de 2 metros por cable con el fin de permitir la movilidad de los RSs.

### 2.2.2.- Cables de fibra óptica.

Los que sirvan de enlace entre Repartidores, sea entre el RP de Datos y los RS o entre RSs, serán de fibra multimodo con índice gradual de interior 125/62,5 y 12 fibras.

Los que se destinen a enlazar los RSs con algún Puesto de Acceso a Red serán también multimodo con índice gradual de interior 125/62,5 pero de 2 fibras. Ambos de estructura ajustada y cubierta libre de halógenos, con un ancho de banda de 1500 MHz/km (850nm) en 1ª ventana y 500 MHz/km (1300nm) en la 2ª, de conformidad a la normativa ISO/IEC 11801 y EN 50173.

La siguiente tabla muestra los detalles de los distintos tipos de fibra:

Tipo de Fibra Óptica	Diámetro Nominal del Núcleo (µm)	Mínimo Ancho de Banda Saturado (Mhz.km)		Ancho de Banda Efectivo con Láser (Mhz.km)	Máxima Atenuación (dB/km)		
		850nm	1300nm		850nm	1300nm	1550nm
OM1	50 o 62,5	200	500	-	3,5	1,5	-
OM2	50 o 62,5	500	500	-	3,5	1,5	-
OM3	50	1500	500	2000	3,5	1,5	-
OS1	9	-	-	-	-	1,0	1,0

Para su instalación se tendrán en cuenta todas las recomendaciones del fabricante en cuanto a radios de curvatura, tensión mecánica en el tendido, temperaturas, etc., según se indica a continuación:

#### Propiedades ópticas

Atenuación máxima a 850 nm <3.0 dB/Km

Atenuación máxima a 1300 nm <0.9 dB/Km

Ancho de banda 500 Mhz\*Km

#### Propiedades geométricas

Diámetro del revestimiento  $125 \pm 3 \mu\text{m}$

Diámetro del núcleo  $50 \pm 3 \mu\text{m}$

#### Propiedades mecánicas y térmicas

Ensayo de tracción >100 Kpsi

Tensión máxima 150 Kg

Temperatura de operación -20° a 70°

#### Propiedades de la cubierta

UNE 20432 Compatible

UNE 21147 Compatible

EN 21172 Compatible

### 2.2.3.- Cables de Pares para Voz.

Se utilizarán para el enlace entre el RP y los RSs en la transmisión telefónica interior del edificio.

Estos cables serán categoría 3 y estarán constituidos por grupos de 25 pares torsionados con 25 pasos diferentes a fin de reducir los desequilibrios de capacidad par-par y evitar con ello la diafonía. El diámetro del conductor en cobre deberá ser de 0,51 mm y el cable (cualquiera que sea su número de pares) dispondrá de envolvente con cubierta de cinta de aluminio y funda exterior de polietileno. Cada grupo de 25 pares torsionados estará atado mediante una ligadura con color diferenciado respecto de los demás y añadiendo un par piloto. El cable en su conjunto permitirá establecer e identificar cada par según el código normalizado para los colores de los pares en cada grupo de 25, y por el color de la ligadura de cada grupo la designación para numerar cada par.

En su tendido sobre bandejas portacables, se tendrá en cuenta que el radio de curvatura deberá ser igual o superior a 15 veces el diámetro exterior del cable. Cuando estos cables se destinen al uso de la telefonía sin hilos, sistema DECT, corresponderán a la Categoría 5.

El número de pares de estos cables se dimensionarán para las necesidades reflejadas en el proyecto más un 20% de reserva para futuras ampliaciones.

#### **2.2.4.- Cables Coaxiales.**

Su destino es la transmisión en radiofrecuencias de la TV y FM sirviendo de enlace entre el RP y los RSs, así como desde los RSs y los Puestos de Acceso a la Red.

Los cables coaxiales serán de impedancia característica 75 ohmios con pantalla de cinta metálica más trenza de cobre, para un ancho de banda de 2150 MHz con atenuaciones iguales o inferiores a 8 dB/100m a 800 MHz para los cables de enlace entre Repartidores, y a 15,4 dB/100m a 800 MHz para los que sirven de enlace con los Puestos de Acceso a la Red.

En su tendido sobre bandejas portacables se tendrá en cuenta que el radio de curvatura deberá ser igual o superior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

#### **2.2.5.- Centros de cableados (Repartidores).**

Estarán compuestos cada uno por uno o varios armarios rack con bastidor de 19", provistos de puerta delantera transparente con cerradura maestrada, ventilación forzada silenciosa y altura suficiente para albergar los elementos pasivos y activos previstos, más una reserva del 30 % para posibles crecimientos. Los armarios que configurarán los rack serán todos de la misma medida: 200x80x60 cm (42U) y apoyarán en el suelo sobre rodillos ocultos del propio armario que permitan su movilidad.

Cada uno de los Repartidores dispondrá de seis tomas de corriente schuko de 2x10/16 A + T, alimentadas desde el cuadro secundario de protección eléctrica más cercano.

En el interior de los Repartidores se alojarán los Módulos de Repartición soportados por chasis contruidos mediante dos raíles verticales de perfil en U fijados a travesaños adaptables a 19", provistos de canaletas ranuradas en PVC de 100×100 mm. Los Módulos de Repartición permitirán efectuar las conexiones de los cables procedentes de los Puestos de Acceso a Red, las interconexiones de los propios centros de cableado y las conexiones de los equipos electrónicos.

Cada módulo se compondrá de 8 pares de contactos de corte, con posibilidad de separarse introduciendo una lengüeta en el orificio denominado "pozo de corte", que permitirán efectuar la interconexión por medio de hilos puente o cordones (Patch Cords).

Para diferenciar los distintos tipos de conexión se aconseja formar conjuntos separados de módulos con el fin de facilitar su identificación y utilización.

Para ayudar a esta identificación, los módulos deberán estar fabricados en distintos colores.

Los módulos para distribución horizontal (azules) permitirán la conexión con los Puestos de Acceso a Red, fijándolos a los raíles de acuerdo con la distribución de los despachos y oficinas, de modo que permitan la conexión de dos cables de 4 pares cada módulo.

Los módulos para la distribución vertical (verdes) permitirán la conexión con otros centros de cableado y se agruparán en función de sus destinos, formando bloques claramente identificados.

Los módulos para enlace con equipos electrónicos (amarillos) se agruparán en bloques independientes e identificados según el equipo al que pertenezcan (ejemplo: concentrador, extensiones de centralita, etc).

Los módulos para conexionado del sistema de gestión técnica del edificio (rojos) estarán también agrupados.

Asimismo, habrá módulos que identifiquen la conexión de líneas de telefonía digital (marfil) o con enlaces especiales (naranja).

Los módulos para distribución horizontal se montarán en el raíl de la izquierda y contarán con elementos metálicos para la puesta a tierra de equipotencialidad del apantallado de los cables.

En el raíl de la derecha se montarán los restantes módulos.

En cada uno de los grupos creados quedará claramente identificados todos los elementos para facilitar la gestión de la infraestructura del cableado.

La terminación de los cables, tanto horizontales como verticales, se podrán hacer mediante conectores RJ 45 de 9 puntos, que irán alojados en paneles de parcheo metálicos de 19" permitiendo la continuidad de masa con el chasis del armario.

Los paneles de parcheo tendrán capacidad y serán actos para alojar 16, 24, 32 y 48 conectores RJ 45 hembra por montaje Keystone, disponiendo todos ellos de soporte para los cables.

Puesto que las tomas de Voz y Datos han de ser intercambiables entre sí en caso de necesidad, los paneles y rosetas empleados para ambos servicios han de ser idénticos aunque el etiquetado sí deba ser diferente, pero con posibilidad de ser variado.

Cuando se utilicen "switches", se deberán seguir las instrucciones del fabricante para su apilamiento correcto.

Los paneles de parcheo y rosetas para los PARs con fibra óptica, deberán ser compatibles con cualquier hembra de cable de par trenzado RJ45 con estándar Kyestone.

Las tomas RJ45, no precisarán herramienta para su instalación y sus características constructivas facilitarán su montaje bajo diversas situaciones sin comprometer las necesidades de radio de curvatura mínimo para el cable. Para lo cual ha de disponerse de versiones para su anclaje a paneles de parcheo clásicos o de doble placa, con frontal vertical o inclinado 30 grados desde la vertical, versión blindada, etc., pudiendo incluir en sus frontales codificación en colores y mecánica, debiendo ser suministrados todos ellos con cubierta antipolvo y etiqueta.

Para mantener el suministro de energía eléctrica en los Repartidores cuando por cualquier motivo les falta el suministro normal a 230 V, cada uno de ellos dispondrá de un equipo de Suministro con Alimentación Ininterrumpida (S.A.I.) con batería de acumuladores cuya autonomía debe ser de 15 minutos para un consumo a plena carga de 1.500 vatios. Estos SAIs serán panelables para su instalación en la envolvente del Rack que constituyen los Repartidores.

Todos los Repartidores dispondrán de un rótulo en su parte frontal superior con el nombre asignado en todos los documentos del Proyecto y un embarrado colector para enlaces de la red de equipotencialidad.

Los servicios y Puntos de Acceso a Red que cada Repartidor atiende serán los indicados en otros documentos del Proyecto, siendo las características de todos sus componentes actas para poder ser certificadas como Categoría 6 ISO clase E.

### **2.2.6.- Latiguillos de asignación.**

Su destino es realizar las conexiones entre los equipos activos y los cableados horizontales y verticales, así como la conexión de estos entre sí, quedando de este modo configuradas las diferentes tipologías de redes (informáticas, telefónicas, vídeo, etc).

Estos latiguillos, dependiendo de la solución adoptada para realizar los Repartidores, permitirán la asignación de módulo a módulo (1, 2 ó 4 pares), de RJ 45 a módulo (2 ó 4 pares) ó de RJ 45 a RJ 45 de 4 pares. En todos los casos deben cumplir los requerimientos de Categoría 6 clase E, según EIA / TIA e ISO con cubierta LSHO. Su longitud será de 50 a 100 cm y se suministrarán certificados por el fabricante.

### **2.3. CANALIZACIONES.**

Tanto la canalización del cableado horizontal como la del vertical irá lo más alejada posible respecto a las fuentes de interferencias o perturbación electromagnética.

Los cruces con los tendidos eléctricos se deben de realizar en ángulo de 90°. Si en algún caso los tendidos discurren paralelos a la distribución eléctrica, la distancia mínima será de 30 cm.

La canalización se dimensionará de acuerdo con el número de cables que deba alojar, previendo una reserva del 30 % del espacio libre.

Los tipos de canalizaciones a utilizar en esta instalación son básicamente bandejas metálicas ventiladas en patinillos verticales y recorridos horizontales por encima de los falsos techos registrables trazados por pasillos, y tubos en PVC flexible corrugado grapado por encima de falsos techos o empotrados en paredes en las diferentes dependencias, siendo sus características y forma de instalación las indicadas en el apartado de CANALIZACIONES del Pliego de Condiciones del capítulo de ELECTRICIDAD de este Proyecto.

En las bandejas, los cables propios de esta instalación irán clasificados en mazos definidos por zonas de distribución, siendo 30 el número máximo de cables FTP por mazo. Las bandejas de 60 mm de altura solo albergarán una fila de mazos y la de 100 (600x100) podrá llevar dos filas. En ambos casos la reserva de espacio se realizará en altura para una segunda fila con mazos de 10 cables como máximo. Las ataduras para confeccionar los mazos, se realizarán cada 30 cm con bridas de cremallera en poliamida 6.6.

El número de cables FTP de 4 pares trenzados o coaxiales (6 mm de diámetro) que como máximo deben instalarse en las bandejas, teniendo en cuenta que en previsión de futuras ampliaciones debe dejarse un 30% de espacio libre en ellas, será el de la siguiente tabla:

<b>BANDEJA VENTILADA A</b>	100×60	150×60	200×60	300×60	400×60	500×60	600×60	600×100
	0	0	0	0	0			

<b>Nº DE CABLES</b>	60 (2 mazos )	90 (3 mazos )	120 (4 mazos )	180 (6 mazos )	240 (8 mazos )	300 (10mazos)	360 (12mazos)	720 (24mazos)
-------------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------	------------------	------------------

Cuando estos cables se canalicen por tubos de PVC, el número de ellos por tubo no debe superar a los de la siguiente tabla:

<b>DIÁMETRO DEL TUBO</b>	16	20	25	32	40	50	63	75
<b>Nº DE CABLES</b>	1	2	3	4	5	7	9	11

El enlace de los tubos con las bandejas será realizado mediante aberturas circulares de diámetro adecuado al tubo realizadas con útil apropiado y racores de conexión para la fijación mecánica.

Tanto las bandejas como las canalizaciones utilizadas a este fin no alojarán otros cables que no sean los definidos en este apartado como cableado estructurado.

Por razones de seguridad y rendimiento en la transmisión, se establecerán una separación entre los cables de cobre destinados a datos y los que sirven de alimentación eléctrica a equipos eléctricos; para lo cual se utilizarán estructuras de soporte (canalizaciones) distintas para unos y para otros. Las distancias recomendadas por la norma EN 50174-2 son las siguientes:



TIPO DE INSTALACIÓN	DISTANCIA MÍNIMA DE SEPARACIÓN (MM)		
	Sin divisor metálico	Con divisor de aluminio	Con divisor de acero
Cable de alimentación sin pantalla y cable IT sin pantalla	200	100	50
Cable de alimentación sin pantalla y cable IT con pantalla	50	20	5
Cable de alimentación con pantalla y cable IT sin pantalla	30	10	2
Cable de alimentación con pantalla y cable IT con pantalla	0	0	0

No se admitirán tubos de PVC empotrados en paredes cuyo diámetro sea superior a 32.

#### 2.4.- PUESTOS DE ACCESO A RED (PAR).

Generalmente las tomas en estos puestos compartirán caja de mecanismos con los proyectados como tomas de corriente en el capítulo de ELECTRICIDAD de este Proyecto.

El número de tomas de cableado estructurado y su uso en cada caso a cada PAR será el indicado en planos de planta de este proyecto e identificados en su leyenda.

Las cajas serán por lo general para su instalación empotrada en pared y su capacidad será para albergar seis mecanismos de dimensión por elemento 74x74 mm universal, siendo la de las cajas 214x214 mm. Cuando los PAR sean para su montaje en superficie la única diferencia estará en la caja, que será especial para este tipo de ejecución y su conexión al tubo se realizará mediante acoplamiento adecuado.

El contenido de cada caja como PAR, será al menos de cuatro tomas eléctricas, quedando libres además para las tomas de voz-datos dos elementos de 74x74 mm, lo que proporciona disponibilidad para dos tomas dobles RJ45. El conjunto irá rematado con placa embellecedora y soporte para su fijación a la caja.

De las tomas eléctricas previstas, siempre dos de ellas serán de color rojo con toma de tierra "sistema francés", lo que servirá para distinguirlas a la vista y por operatividad de las restantes, que serán de color blanco o marfil con toma de tierra lateral tipo "schuko".

Las tomas eléctricas de color rojo serán destinadas a alimentar equipos informáticos, mientras que las de color blanco se destinarán a alimentar equipos de usos varios. Ambas estarán protegidas mediante Interruptores Automáticos Magnetotérmicos y Dispositivos de corriente Diferencial Residual (DDRs) situados en el Cuadro Secundario de zona (CS), siendo independientes estas protecciones para unas (usos

informáticos) y para otras (usos varios). Los DDRs destinados a usos informáticos serán de 300 mA de sensibilidad, mientras que los destinados a usos varios serán de 30 mA.

Los circuitos destinados a usos informáticos serán de  $2 \times 2,5 \text{ mm}^2 + T$  protegidos magnetotérmicamente mediante interruptores automáticos de 16 A que como los destinados a usos varios, estarán situados en el CS de zona, alimentándose con cada uno de estos circuitos un máximo de seis PARs.

En cuanto al número y tipos de tomas definidas por el servicio que proporcionarán entre todos los incluidos en el sistema de cableado estructurado, su representación en planos de planta en cada uno de los PARs es la siguiente:

- “T”: Conector RJ45 hembra destinada a Telefonía y enlazada al RS o al RP mediante cable manguera de 4 pares con pantalla (FTP). Todo certificado Categoría 6 ISO clase E.
- “D”: Conector RJ45 hembra destinado a Datos y enlazada al RS o al RP mediante cable manguera de 4 pares con pantalla (FTP). Todo certificado Categoría 6 ISO clase E.
- “F”: Conector cerámico SC destinado a Datos y enlazada al RS o al RP mediante cable de Fibra Óptica multimodo OM3 50/125  $\mu\text{m}$  de 2 fibras.
- “V”: Conector BNC hembra destinado a Vídeo en banda base proveniente de las cámaras de vídeo y enlazado al RS o al RP mediante cable coaxial RG59 de 75  $\Omega$  y 200 MHz, formado por conductor activo y pantalla de cinta metálica más trenza de cobre.
- “TV”: Conector coaxial F hembra destinado a la señal de TV en radiofrecuencia y enlazado al RS o al RP mediante cable coaxial de 75  $\Omega$  y ancho de banda 2.150 MHz.

La configuración de los diferentes PARs estará realizada conforme a las necesidades propias del local donde van situadas, pudiendo disponer de servicios dobles (2) o triples (3) de uno u otro conector, así como cualquier combinación de ellos.

## **2.5.- REDES DE TIERRA Y DE EQUIPOTENCIALIDAD.**

La red de tierras para tomas de corriente alimentadoras de equipos informáticos en los PARs, será una extensión de la prevista como Red de Protección en B.T. en el capítulo de ELECTRICIDAD, compartiendo con ésta electrodos de puesta a tierra y líneas. La red de equipotencialidad para el cableado estructurado será independiente para esta instalación, y la constituirán los conductores de continuidad eléctrica instalados en todo su recorrido en las bandejas metálicas portadoras del cableado, su enlace con los chasis de Repartidores, la malla de los cables FTP y coaxiales, el enlace de todos los Repartidores con la barra colectora general a situar en el Repartidor

Principal, el electrodo independiente de puesta a tierra para esta instalación y su conexión con la indicada barra colectora.

La red de tierras se considera a todos los efectos como parte del capítulo de ELECTRICIDAD. En cuanto a la red de equipotencialidad, todos los Repartidores dispondrán de una pletina de cobre colectora a la que se enlazarán los cables de cobre desnudos de 16 mm<sup>2</sup> conectados cada metro a las bandejas metálicas portadoras del cableado, las pantallas de los cables FTP y el propio bastidor metálico de los Racks que constituyen los Repartidores. Las pletinas de cobre colectoras de cada Repartidor se enlazarán radialmente con su homónima del Repartidor Principal, utilizando para ello cable de cobre aislado con cubierta en color amarillo-verde y sección de 35 mm<sup>2</sup>. Toda esta red se pondrá a tierra independiente mediante un electrodo unido a la barra colectora del Repartidor Principal, utilizando para ello cable RV Z1-0,6/1 kV de 120 mm<sup>2</sup> en cobre. El electrodo de puesta a tierra será seleccionado entre las diferentes configuraciones UNESA normalizadas y definidas en el "Método de cálculo y protección de Instalaciones de Puesta a tierra para Centros de Transformación" editado por la mencionada entidad, de tal forma que el electrodo elegido y conjugado con la resistividad del terreno obtenida de forma práctica por el "Método Wenner", proporcionará por sí solo una resistencia de puesta a tierra igual o inferior a dos ohmios. En el Repartidor Principal se incluirán dos puentes de comprobación: uno para el enlace de la barra colectora con el electrodo de puesta a tierra, y otro para el enlace de esta misma barra con la Red de Puesta a Tierra de la Estructura del Edificio. En los PARs las pantallas de los cables FTP estarán conectadas adecuadamente a las tomas RJ45 que a su vez proporcionarán continuidad en la equipotencialidad a los equipos informáticos conectados a ellas.

El punto de conexión de esta instalación de equipotencialidad con la red de Estructura estará lo más próximo posible al que dicha red de Estructura tiene también de conexión con la Puesta a Tierra de Protección en Baja Tensión.

## 2.6. PRUEBAS.

El instalador entregará en soporte magnético y en papel las medidas efectuadas para cada uno de los enlaces, tanto los referentes al cableado horizontal como vertical. Las pruebas se realizarán con sistemas de testeo homologados para categoría 6 clase E de acuerdo con la norma ISO 11.801.

Las medidas y pruebas a realizar serán:

- Cables de pares trenzados
  - Longitud (ecometría)
  - Comprobación del pineado en ambos extremos
  - Continuidad

- Continuidad de masa
- Cables de fibra óptica
  - Pérdidas en los empalmes durante su ejecución
  - Longitud de cada fibra entre empalmes
  - Longitud total de las secciones de control
  - Coeficiente de atenuación de cada fibra ( $\leq 0,4$  dB a 1300 nm y 0,3 dB a 1550nm)
  - Atenuación total del tramo
  - Pérdidas de inserción en conectores ( $\leq 2,5$  dB en 1ª ventana y 2,2 en segunda) así como pérdidas de retorno ( $\leq 20$  dB)

## 2.7.- CERTIFICACIÓN.

Al igual que en el punto anterior el instalador entregará los datos tanto en soporte magnético como en papel. Se indicará la metodología y el tipo de certificador empleados así como las condiciones de medida. Las medidas realizadas para cada enlace serán las siguientes:

- Cables de pares trenzados
  - Parámetros primarios
    - ❖ Longitudes (ecometría)
    - ❖ Atenuación
    - ❖ Diafonía (NEXT)
    - ❖ Atenuación / Paradiafonía (ACR)
  - Parámetros secundarios
    - ❖ Pérdidas de retorno
    - ❖ Impedancia Característica
    - ❖ Resistencia óhmica
    - ❖ Nivel de ruido en el cable

❖ Continuidad y Continuidad de masa

❖ Retardo de propagación

- Cables de fibra óptica
  - Atenuación absoluta
  - Atenuación de empalmes
  - Pérdidas en inserción
  - Pérdidas de retorno
  - Ancho de banda en ventanas.

## **2.8.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.**

Finalizada la instalación se entregará una documentación completa, incluyendo:

- Plano del cableado vertical de unión de centros de cableado, indicando canalizaciones, tipos de cables empleados y ubicación de cada uno de los repartidores.
- Plano del cableado horizontal de cada planta del edificio, indicando canalizaciones, tipos de cables empleados y localizaciones de tomas y repartidores.
- Esquema de cada uno de los centros de cableado, indicando el uso y ubicación de cada uno de los elementos instalados.
- Resultados de las pruebas y su certificación.
- Especificaciones técnicas de todos los elementos empleados en el sistema de cableado.

### **3.- TELEFONÍA INTERIOR CON ENLACES A LA RED URBANA.**

#### **3.1.- GENERALIDADES.**

Esta instalación tiene como objeto dotar al edificio de los siguientes servicios:

- Comunicación con la red de telefonía exterior urbana mediante teléfonos fijos.
- Comunicación interior del edificio mediante teléfonos fijos.
- Comunicación interior Buscapersonas mediante telefonía inalámbrica basada en el estándar DECT.

Para ello todos los servicios utilizarán como medio de transmisión la red interior de cableado estructurado destinada a voz y definida en el apartado anterior, disponiendo a tal efecto de una centralita telefónica y terminales adecuados al servicio específico (teléfonos fijos o móviles, mensajería, radiomensajería, fax, datos, etc.) con enlaces básicos (2B+D) y primarios (30B+D). Esta centralita privada de conmutación o PBX, permitirá conmutar sus llamadas internas sin acceder a la red pública ni a la operadora, manteniendo enlaces con la red pública.

Todos los equipos que formen parte de esta instalación, además de cumplir con la normativa específica en el apartado de Generalidades del capítulo de COMUNICACIONES, deberán disponer de Certificado de Adaptación según Real Decreto 1787/96.

Mediante el servicio de telefonía exterior urbana, los terminales podrán acceder a la red pública, tanto para el tráfico entrante como para el saliente. El que un terminal disponga de este servicio, solo depende de la categoría asignada por la PBX al puerto al que está conectado.

Mediante el servicio de telefonía interior, los terminales podrán comunicarse entre sí dentro del edificio a través de la unidad de conmutación sin bloqueo de la PBX.

El servicio de Buscapersonas basado en el estándar DECT, permitirá la localización y comunicación con las personas que, portando un terminal inalámbrico, se requiera estar localizadas permanentemente dentro del ámbito del edificio. La disposición o no de este servicio a través de la PBX quedará indicado en otros documentos de este Proyecto (Memoria, Mediciones, etc.).

#### **3.2.- CENTRALES TELEFÓNICAS.**

Las centralitas objeto del suministro dispondrán de las capacidades iniciales reflejadas en Memoria, tanto en exteriores como en enlaces y comunicaciones simultáneas.

Las características mínimas que han de cumplir serán las siguientes:

- Permitirán la integración de comunicaciones de Voz y Datos, videotelefonía, envío de imágenes, transferencia de ficheros, conferencia de datos, aplicaciones telefónicas, y en general de todas las formas de comunicación de voz, textos, imágenes y datos en una sola red.
- Permitirán su conexión a la red Digital de Telefonía con el protocolo MPE2/5 y el MFE2/6, para enlaces a 2Mbits (30B+D), que facilitará la llamada directa a las extensiones entre otras facilidades.
- Dispondrán de enlaces analógicos de emergencia y duplicidad hacia red telefónica básica, y garantía de conexión en caso de fallo de alimentación.
- Alimentación asegurada, con rectificador y juego de baterías, diseñada para una autonomía de al menos 3 horas para casos de corte en el suministro eléctrico.
- El sistema dispondrá de redundancia de órganos y diseño con tolerancia a fallos de todos aquellos elementos básicos para el funcionamiento tales como alimentación, relojes, circuitos, elementos de control, comunicaciones, etc.
- Dispondrán de repartidor de líneas con las regletas necesarias para la capacidad inicial, incluyendo protecciones contra descargas eléctricas.
- En el suministro llevará incluida la migración (hardware más software) a EURORSDI tan pronto esté definida.
- Deberán ser conformes a los estándares europeos EMI/EMC.
- Dispondrán de sistema de gestión Jefe-Secretaria.
- Permitirán la tarificación avanzada y gestión de costes, directorio, mantenimiento, etc, con soporte informático completo abierto a configuración multipuesto, y explicando con detalle las facilidades operativas. El sistema debe estar preparado para como mínimo, soportar hasta el doble de las extensiones iniciales y permitir la centralización de alarmas, tarificación y mantenimiento en red.
- Deberán ir equipadas con función de autochequeo continuo y señalización de todas las alarmas en las propias centralitas y en el Puesto de Control del edificio.
- Permitirán la siguiente operativa:
  - Servicio nocturno general e individual.
  - Creación de grupos o categorías de enlace.

- Modificación del servicio sin interrupción del mismo.
  - Marcación decádica y multifrecuencia.
  - Categorización de extensiones.
  - Acceso directo a extensiones en llamadas entrantes del exterior.
  - Conexión a terminales telefónicos homologados.
- Deben permitir la conexión integrada de un sistema buscapersonas interior y exterior, sistemas DETC.
  - El hardware será idóneo y válido, por sus características físicas y eléctricas (dimensiones, pesos, accesos, consumos eléctricos, disipaciones, etc) para que los equipos puedan ser instalados en una sala con mínimos requisitos especiales.

Las centrales deben responder a la concepción RSDI del CCITT y estar homologadas y autorizadas para la conexión a la red pública mediante accesos primarios RSDI (30B+D), básicos RSDI (2B+D) y enlaces DT/MF, siendo su arquitectura (hardware y software) completamente modular, fácilmente ampliable, adaptable a futuras necesidades o tecnologías, flexible y abierta para la introducción de los nuevos avances y estándares que aparezcan en el mercado, siguiendo las recomendaciones de la CCITT. Tanto los productos como métodos de fabricación deberán disponer de la homologación ISO9000.

El tipo de construcción de la centralita telefónica responderá a la concepción modular, utilizando para ello una serie de racks unitarios en tecnología 19", bien en armarios, bien en bastidores, pudiendo obtenerse un módulo único a partir de varios racks apilados enlazados mediante cable de cobre de 8 hilos. Este sistema permitirá configurar centrales pequeñas de un reducido número de puertos y ser ampliables mediante la incorporación de nuevos módulos hasta 32.000 puertos en una sola central.

El rack principal como primera célula de la central, dispondrá de los siguientes tipos de placas:

- Placas de gobierno.
- Placas para dos fuentes de alimentación.
- Placas para órganos de conexión.

El resto de rack de ampliación a incorporar para la configuración de la central telefónica necesaria, no dispondrán de placas de gobierno. Las fuentes de alimentación pueden ser dos o una, pudiendo actuar una en redundancia de la otra en caso de dos, o bien pueden conectarse en paralelo según necesidades.



## **4.- MEGAFONÍA PARA MÚSICA Y AVISOS.**

### **4.1.- GENERALIDADES.**

Esta instalación tiene como objeto principal la emisión de mensajes hablados y pregrabados, constituyendo con ellos un sistema de Alarmas que complementa a la instalación de Detección de Incendios como herramientas fundamentales y de obligado cumplimiento en el Plan de Autoprotección del edificio. Por ello, todas las líneas de alimentación a altavoces serán “supervisadas”, operación que realizará automáticamente la propia Central de Megafonía. Esto impide que la instalación pueda disponer de potenciómetros atenuadores localizados y distribuidos por recintos para el nivel de audición de la Música Ambiental.

Con el fin de distribuir los mensajes adecuadamente siguiendo criterios de seguridad y funcionalidad, el edificio se dividirá en zonas, estando cada una de ellas atendida por un amplificador con regulación de nivel de audición independiente para la música del correspondiente a los avisos.

La instalación dispondrá de una sola central de Megafonía y Música Ambiental donde se concentrarán todos los amplificadores clasificados por zonas, y de los pupitres microfónicos para la emisión de mensajes. La situación de los pupitres microfónicos será: uno en el Puesto Principal de Recepción y otro en Puesto de Control y Vigilancia.

La Central de Megafonía irá equipada con ventilación forzada mediante extractores silenciosos.

### **4.2.- COMPONENTES.**

#### **4.2.1.- Central de Megafonía.**

Será del tipo controlada por microprocesador, permitiendo la programación y grabación de mensajes individuales o coordinados en grupo entre zonas para su adaptación al Plan de Autoprotección del edificio. Dispondrá de entradas y salidas para interconexión con otras instalaciones de comunicación y alarma del edificio.

El control de volumen de la megafonía será independiente del de la música ambiental, siendo ajustable únicamente de forma manual para la megafonía, y manual y por ordenador en la música ambiental.

Podrá disponer de entradas para fuentes musicales procedentes de Sintonizador, Doble Pletina Autoreverse, CD y Externa.

#### **4.2.2.- Pupitres Microfónicos.**

Permitirán la emisión de mensajes directos dirigidos por zonas. Dispondrán de teclado numérico para la selección de la zona o grupo de zonas a las que se enviará el mensaje. Los pulsadores del teclado selector de zonas, llevarán dispositivo de enclavamiento e indicador luminoso cuando estén pulsados. Además, el teclado irá provisto de un pulsador libre que dará entrada al micrófono de emisión de mensajes.

Todos los mensajes irán precedidos de un toque musical de preaviso. La emisión del preaviso podrá ser escogida a voluntad, debiendo disponer de varios tipos diferentes programables. Al dar el mensaje la música quedará anulada automáticamente durante la emisión del mismo.

Para visualización de la zona o zonas escogidas, el pupitre dispondrá de una pantalla de cristal líquido.

#### **4.2.3.- Altavoces.**

Podrán ser de empotrar en falsos techos con 6'' y 5 W de potencia provistos de rejilla difusora, o de superficie para montaje sobre paredes con 8'' y 5 W en caja acústica.

Todos los altavoces llevarán transformador adaptador de impedancias para línea de entrada de 100 V con tomas de potencia de 3-2-1 W.

#### **4.2.4.- Distribuciones.**

Para la interconexión entre amplificadores y altavoces se utilizarán canalizaciones en PVC corrugado o rígido, según que la instalación sea empotrada o vista, destinadas exclusivamente para este uso. Los conductores serán flexibles trenzados tipo ES07Z1-K según UNE 21031 con sección mínima de 1,5 mm<sup>2</sup>, provistos de terminales de presión para las conexiones.

Tanto los conductores como las canalizaciones cumplirán con los apartados correspondientes del Pliego de Condiciones Técnicas del capítulo de Electricidad.





## **V.- PRESUPUESTO.**



# PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 22 ELECTRICIDAD</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 1601 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>				
E020401	<p><b>Ud Celda interruptor-seccionador</b></p> <p>Celda con envolvente metálica de INAEL o equivalente, modelo CML2, formada por un módulo con aislamiento y corte en SF6, de Vn=24 kV e In=400 A, con embarrado superior de cobre, interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, seccionador de puesta a tierra, enclavamientos entre interruptor y seccionador de puesta a tierra, mandos manuales independientes, dos salidas de conexiones laterales, manómetro con válvula de bloqueo, posibilidad de bloqueos mediante candado y/o cerradura, señalización de presencia de tensión, enclavamientos, membrana de seguridad y cáncamos de elevación; instalada.</p>	2,00	2.737,66	5.475,32
E020402	<p><b>Ud Celda interruptor pasante</b></p> <p>Celda con envolvente metálica de INAEL o equivalente, modelo CMSP, formada por un módulo con aislamiento y corte en SF6, de Vn=24 kV e In=400 A, con embarrado superior de cobre interrumpido por un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, mando manual, manómetro con válvula de bloqueo, posibilidad de bloqueos mediante candado y/o cerradura, señalización de presencia de tensión, enclavamientos, membrana de seguridad y cáncamos de elevación; instalada.</p>	1,00	2.855,03	2.855,03
E020403	<p><b>Ud Celda prot. ruptofusibles+relés</b></p> <p>Celda con envolvente metálica de INAEL o equivalente, modelo CMPF2, formada por un módulo con aislamiento y corte en SF6, de Vn=24 kV e In=400 A, con embarrado superior de cobre, interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, seccionador doble de puesta a tierra, enclavamientos entre interruptor y seccionador de puesta a tierra, mandos manuales independientes, conjunto de fusibles fríos combinados con el interruptor-seccionador, y captadores capacitivos, 1 relé trifásico de protección autoalimentado; dos salidas de conexiones laterales, manómetro con válvula de bloqueo, posibilidad de bloqueos mediante candado y/o cerradura, señalización de presencia de tensión, enclavamientos, membrana de seguridad y cáncamos de elevación; instalada.</p>	1,00	4.529,36	4.529,36
E020404	<p><b>Ud Celda medida Clase 02</b></p> <p>Celda con envolvente metálica de INAEL o equivalente, modelo CMM, formada por un módulo de Vn=24 kV, conteniendo tres transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad Clase 02; incluso cáncamos de elevación; instalada.</p>	1,00	4.857,22	4.857,22
E0101051	<p><b>Ud Trafo resina epoxi 400kVA 15,4-20kV/420 V</b></p> <p>Transformador trifásico de potencia IMEFY o equivalente, según Memoria y Pliego de Condiciones, encapsulado en resina epoxi, clase F, según CEI-726, con sondas, ventilación forzada, armario de control y disparo por temperatura, ruedas y demás elementos accesorios, y las siguientes características: Potencia, 400 kVA; tensión primario, 15,4/20 kV +-5+-7.5%; tensión secundario, 3x 420/242 V; frecuencia, 50 Hz; tensión de cortocircuito, 6% ; grupo conexión Dy11 n; instalado.</p>	1,00	11.783,18	11.783,18
E0020302	<p><b>Ud Puentes A.T. trafa.</b></p> <p>Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm2 en Al con sus correspondientes elementos de conexión.</p>	1,00	686,14	686,14
E0020303	<p><b>Ud Protección de celdas trafos.</b></p> <p>Proteccion desmontable de chapa ciega con mirilla, para celdas de transformadores, según Pliego Condiciones, incluso recibido de fijaciones; colocada.</p>	1,00	656,46	656,46

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E0020305	<p><b>Ud Sist.cabl.control temp.trafos</b></p> <p>Cableado para sistema de aviso y disparo por temperatura de los transformadores de potencia; instalado.</p>	1,00	66,74	66,74
E0020306	<p><b>Ud Sist.cabl.ventilad.p/.trafos</b></p> <p>Cableado para alimentación de ventiladores de los transformadores de potencia; instalado.</p>	1,00	66,74	66,74
E0020307	<p><b>Ud Armario con equipo de medida</b></p> <p>Armario con el equipo de medida, según normas de la compañía suministradora, conteniendo: 1 contador trifásico de energía activa, doble tarifa con máxima; 1 contador trifásico de energía reactiva simple tarifa; 1 reloj conmutador de doble tarifa; 1 dispositivo amper-voltimétrico; conexionado, etc; totalmente instalado.</p>	1,00	2.849,62	2.849,62
E0020308	<p><b>Ud Sist.cableado arm.medida+traf</b></p> <p>Sistema de cableado para el armario de medida y transformadores de intensidad y tensión; terminado.</p>	1,00	393,65	393,65
E0020313	<p><b>Ud Conjunto elementos auxiliares</b></p> <p>Conjunto de elementos auxiliares para señalización, prevención y maniobra del centro de transformación, según Memoria y Pliego de Condiciones, incluso tablero con protección transparente conteniendo esquema eléctrico de la instalación, placa de primeros auxilios, placa de cinco reglas de oro, reglamento de servicio, etc; todo ello instalado.</p>	2,00	959,67	1.919,34
E0020314	<p><b>M2 Red equipotencial del suelo.</b></p> <p>Red equipotencial del suelo en el Centro de Transformación mediante un emparrillado en toda la superficie, formado por redondo de 4 mm de diámetro en hierro, con soldaduras en los cruces, enterrado a 10 centímetros del suelo terminado y conectado a la red de tierra de Protección en A.T.; instalada.</p>	15,00	8,22	123,30
E0020315	<p><b>Ud Extractor helicoidal mural.</b></p> <p>Extractor helicoidal mural de SOLER &amp; PALAU o equivalente, con motor monofásico a 230 V, 65 W, 1.300 rev/min y 1.800 m3/h, modelo HXM-350, completo de accesorios de unión y fijación, con persiana PER-355 W y termostato de regulación, instalado.</p>	1,00	232,29	232,29
E020312	<p><b>Ud Red puesta a tierra Prote.AT.</b></p> <p>Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión para todos los componentes metálicos soporte de las instalaciones y red equipotencial del suelo, realizada mediante varilla de cobre desnudo de 8 mm de diámetro y piezas especiales de conexión y empalme, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada.</p>	1,00	1.455,66	1.455,66
E020311	<p><b>Ud Red p.tierra neutros trafos.</b></p> <p>Puesta a tierra de neutro de transformador realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm2, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada.</p>	1,00	741,64	741,64

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E2993	<b>Ud Condensador fijo 30 kVAr 440V secc+fusible</b> Condensador protegido trifásico de potencia fijo 30 kVAr 440 V 50 Hz, RTR o equivalente, serie PRBD, acoplamiento en triángulo, resistencia de descarga, desconectador, fusibles y piloto; instalado.	1,00	388,86	388,86
E0050103	<b>MI Cond. RHZ1-12/20 kV 1x240mm2 Al</b> Conductor RHZ1-12/20 kV 1x240 mm2 Aluminio, BICC General o equivalente, HERSATENE, aislamiento XLPE, según normas: UNE-21123, UNE-21147.1 y .2, IEC-754.1 y .2, IEC-502, RU-3305-C; instalado.	180,00	7,34	1.321,20
E030125	<b>MI Tubo PVC flex. doble pared 450 Nw 125 mm</b> Tubo de PVC flexible de doble pared de 125 mm de diámetro, para canalización subterránea, 450 Nw de resistencia a la compresión, incluso guía, completo de accesorios de unión y fijación, instalado.	90,00	6,90	621,00
E00204221	<b>Ud Kit de Empalme conductor 240 mm2 Al 12/20 kV</b> Kit de Empalme 12/20 kV para cable unipolar de aluminio de 240 mm2, 12/20 kV, todo ello instalado, conectado y funcionando.	6,00	528,00	3.168,00
E0020422	<b>Ud Kit terminal enchufable 12/20 kV</b> Kit terminal enchufable 12/20 kV para cable de aluminio de 240 mm2, K440TB-P-240M-12-1, todo ello instalado, conectado y funcionando.	12,00	471,38	5.656,56
E0020000	<b>Ud Cuota de Acceso al Suministro Eléctrico</b> Cuota de Acceso al Suministro Eléctrico para una potencia de 320 kW (400 kVA x 0,8 kW/kVA), según RD 1955/2000 y tarifas vigentes.	1,00	5.565,52	5.565,52
E0020001	<b>Ud Derecho de Enganche al Suministro Eléctrico</b> Derecho de Enganche al Suministro Eléctrico para una tensión inferior a 36 kV, según RD 1955/2000 y tarifas vigentes.	1,00	90,63	90,63
E0020002	<b>Ud Derecho de Verificación del Suministro Eléctrico</b> Derecho de Enganche al Suministro Eléctrico para una tensión inferior a 36 kV, según RD 1955/2000 y tarifas vigentes.	1,00	62,02	62,02
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1601 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN...</b>				<b>55.565,48</b>



# PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 1602 GRUPO ELECTRÓGENO</b>				
E0010215	<p><b>Ud Grupo electrógeno 150/165 kVA intemperie</b></p> <p>Grupo Electrógeno para instalación en intemperie GENESAL o equivalente, modelo GDVM-165-TA-MI, con las siguientes características: motor VOLVO TAD720 de 153 kW en emergencia a 1500 rev/min, refrigerado por agua con radiador y electroventilador; alternador autorregulado MECC ALTE ECO en clase H 165 kVA (3x400/231 V 50 Hz) en emergencia y protección IP-21, sistema de arranque por baterías, acoplamiento elástico, bastidor fundamental, arranque automático por fallo en el suministro normal, resistencia de calentamiento para el agua del circuito de refrigeración, antivibradores, depósito nodriza de combustible de 100 litros instalado bajo bancada, cabina laminada en frío punzonada y plegada, terminada en pintura epoxídica en polvo son secado al horno, aislamiento térmico-acústico de lana de máxima seguridad M0, silencioso residencial de nivel de absorción &gt; 35 dB(A), incluso cuadro de: control, medidas, alarmas, detectores de presencia de tensión e interruptor automático tetrapolar según Memoria y Pliego de Condiciones; completamente instalado y legalizado.</p>	1,00	17.875,14	17.875,14
E160207	<p><b>Ud Transporte y montaje GE</b></p> <p>Descarga "insitu" de todos los componentes de la instalación del grupo electrógeno, incluso pruebas y gas-oil, preparación del personal en el manejo, documentación técnica, impuestos, etc.; instalado y funcionando.</p>	1,00	913,18	913,18
E0247	<p><b>Ud Circuito mando y alimentación GE</b></p> <p>Circuito de mando y alimentación a elementos auxiliares para arranque, parada, conmutación y maniobra del Grupo Electrógeno, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.</p>	1,00	370,37	370,37
E0248	<p><b>Ud Puesta a tierra neutro G.E.</b></p> <p>Puesta a tierra de neutro de alternador de grupo electrógeno realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada.</p>	1,00	956,43	956,43
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1602 GRUPO ELECTRÓGENO .....</b>				<b>20.115,12</b>

# PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 1603 CUADROS Y APARAMENTA ELÉCTRICA</b>				
E0090331	<b>Ud Armario metálico 2231x748x362</b> Armario metálico ABB o equivalente, modelo ArTu M/K, de 2231x748x362 mm, 3200 A, 105 kA, construido con lámina cincada en caliente, provisto de doble puerta frontal, la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad, la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos, IP55, zócalo, toma de tierra estándar, incluso elementos de fijación y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente terminado.	2,00	1.529,78	3.059,56
E0090334	<b>Ud Armario metálico 1796x724x250</b> Armario metálico ABB o equivalente, modelo ArTu M, de 1796x724x250 mm, 630 A, 35 kA, construido con lámina cincada en caliente, provisto de doble puerta frontal, la primera transparente y bloqueada mediante cerradura con llave maestra de seguridad, la segunda troquelada para paso de mandos manuales de interruptores y fijada por tornillos, IP55, zócalo, toma de tierra estándar, incluso elementos de fijación y soportes para la aparamenta a alojar, montaje y conexionado de líneas, totalmente terminado.	5,00	943,89	4.719,45
E2709	<b>Ud Barraje con pletina Cu. 16kA</b> Sistema de barraje de pletina de cobre, SOCOMEC o equivalente, para la interconexión eléctrica entre aparatos en cada panel, capaz para soportar los esfuerzos e intensidades en caso de cortocircuito máximo de 16 kA, incluso material auxiliar, etiqueteros y conexionado.	2,00	176,07	352,14
E1196	<b>Ud Elementos auxiliares Paneles</b> Elementos auxiliares, accesorios, etiqueteros grabados, esquemas sinópticos, etc., todo ello fijado e instalado.	5,00	116,13	580,65
E0901	<b>Ud Repartidor modular 4x160A</b> Repartidor modular 4x160A de LEGRAND o equivalente, ref. 048 79, con separadores aislantes entre barras y envolvente del mismo material para 8 kV y 16 kVA; instalado.	4,00	53,35	213,40
E0100355	<b>Ud Analizador redes eléctricas</b> Analizador de redes SOCOMEC-GAVE o equivalente, modelo DIRIS Ap con display LCD retroiluminado, medida TRMS, contador horario, incluso transformadores de intensidad y fusibles; instalado.	2,00	376,33	752,66
E01306a	<b>Ud Int. manual corte carga 4x160A</b> Interruptor manual de corte en carga SOCOMEC-GAVE o equivalente, SIRCO 4x160 A, corte plenamente aparente, con mando para accionamiento directo; instalado.	4,00	80,56	322,24
E01382	<b>Ud Inversor automático de redes 4x630A</b> Inversor automático de redes 4x630A, SOCOMEC-GAVE o equivalente, modelo SIRCOVER VS 630, mediante combinación de dos interruptores seccionadores manuales de corte en carga de 4x630A superpuestos y enclavados, con mando motorizado equipado con relés de mínima tensión, relés temporizadores, mando manual de seguridad, cubrebornes separadores; instalado.	1,00	2.576,53	2.576,53
E0100118	<b>Ud Bloque diferencial 4x40A/300mA Clase A</b> Dispositivo diferencial de 4x40A/300 mA, DDA70 adaptable a interruptor automático S2, de ABB o equivalente, clase A; instalado.	1,00	104,16	104,16

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E010011701	Ud B. diferencial 4x63A/30mA Clase A AI Dispositivo diferencial de 4x63A/30 mA, DDA70 AP adaptable a interruptor automático S2, de ABB o equivalente, clase A, alta inmunización; instalado.	20,00	127,01	2.540,20
E01105	Ud Inter.aut. 4x160A, re-160A 36kA Interruptor automático 4x160 A de ABB o equivalente, modelo Tmax-T2N, con relés electrónicos regulables PR221DS-LS/I de 160 A , Icu 36 kA, Ics=100% Icu (380/415V); instalado.	13,00	582,64	7.574,32
E01130	Ud Inter.aut. 4x250A, re-250A, 36 kA Interruptor automático 4x250 A de ABB o equivalente, modelo Tmax-T4N, con relés electrónicos regulables PR221DS-LS/I de 250 A , Icu 36 kA, Ics=100% Icu (380/415V); instalado.	2,00	1.049,86	2.099,72
E011301	Ud Inter.aut. 4x320A, re-320A, 36 kA Interruptor automático 4x320 A de ABB o equivalente, modelo Tmax-T4N, con relés electrónicos regulables PR221DS-LS/I de 320 A , Icu 36 kA, Ics=100% Icu (380/415V); instalado.	1,00	1.310,64	1.310,64
E01160	Ud Inter.aut. 4x630A, re-630A, 36 kA Interruptor automático 4x630 A de ABB o equivalente, modelo Tmax-T5N, con relés electrónicos regulables PR221DS-LS/I de 630 A , Icu 36 kA, Ics=100% Icu (380/415V); instalado.	2,00	1.666,72	3.333,44
E01002932	Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x16A/30mA SI Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x16A, sensibilidad 30 mA, clase A, poder de corte 6 kA, curva C, DS640C, de ABB o equivalente; instalado.	24,00	104,04	2.496,96
E01002931	Ud Int.aut.+bloq.difer. 2x10A/30mA SI Interruptor automático diferencial de 1+N, 2x10A, sensibilidad 30 mA, clase A, poder de corte 6 kA, curva C, DS640C, de ABB o equivalente; instalado.	9,00	102,01	918,09
E0100298	Ud Int. aut. 2x6A, 6-10 kA, B. Interruptor automático de 2x6A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, S260, de ABB o equivalente; instalado.	4,00	30,30	121,20
E0100201	Ud Int. aut. 2x10A, 6-10 kA, B. Interruptor automático de 2x10A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, S260, de ABB o equivalente; instalado.	60,00	28,74	1.724,40
E0100202	Ud Int. aut. 2x16A, 6-10 kA, B. Interruptor automático de 2x16A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, S260, de ABB o equivalente; instalado.	65,00	29,19	1.897,35
E0100203	Ud Int. aut. 2x20A, 6-10 kA, B. Interruptor automático de 2x20A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, S260, de ABB o equivalente; instalado.	4,00	29,65	118,60

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E0100204	Ud Int. aut. 2x25A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 2x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, S260, de ABB o equivalente; instalado.	2,00	26,72	53,44
E0100211	Ud Int. aut. 4x25A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 4x25A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, S260, de ABB o equivalente; instalado.	1,00	49,87	49,87
E0100212	Ud Int. aut. 4x40A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 4x40A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, S260, de ABB o equivalente; instalado.	25,00	60,05	1.501,25
E0100213	Ud Int. aut. 4x63A, 6-10 kA, B. Interrupor automático de 4x63A, poder de corte 6 kA (UNE-EN 60898) - 10 kA (UNE-EN-60947.2), curva B, S260, de ABB o equivalente; instalado.	1,00	123,83	123,83
E0100340	Ud Contacto auxiliar doble señalización Contacto auxiliar doble de señalización abierto/cerrado y defecto, ABB o equivalente, modelo S2; instalado.	24,00	19,65	471,60
E0100370	Ud Contactor 2x25A 2NA I-0-A Contactor modular con mando modular 2x20A ABB o equivalente, modelo EN 20A 2NA, 230/240 V, silencioso <20 dB, con selector de 3 posiciones: I-0-A; instalado.	9,00	41,42	372,78
E0100313	Ud Programador digital 2 canales Programador digital de ABB o equivalente, serie STT227, 2 canales, diario/semanal, 16A; instalado.	2,00	82,66	165,32
E0100303	Ud Telerruptor 16 A 2 polos Telerruptor ABB o equivalente, modelo E250, 2x16A, 2 contactos NA; instalado.	6,00	20,32	121,92
E0160160	Ud Caja de empotrar con perfil DIN Caja de empotrar con perfil DIN, para alojar Telerruptores o Minuterios automáticos; instalada.	2,00	10,98	21,96
E0070195	Ud Telemando reposo y reencendido 50 aparatos Telemando, para puesta en reposo y reencendido en caso de fallo de red, de aparatos autónomos de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo TD-50, con capacidad para 50 luminarias; instalado.	4,00	64,98	259,92
E2925	Ud Bat. autorregulada condensador 80 kVAr 440V+ inter. Batería automática de condensadores 80 kVAr 440 V 50 Hz, RTR o equivalente, serie MURAL MA/C/RE, montada en armario de chapa con rejilla de ventilación, condensadores con desconexión por sobrepresión, contactores adaptados a corrientes capacitivas, protección general con fusibles de alto poder de corte, resistencias de descarga rápida, regulador electrónico con microprocesador e interruptor general de corte en carga; instalada.	1,00	1.885,02	1.885,02

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E040131	<p>Ud SAI 230/230V 50 Hz 750W - 20 minutos</p> <p>Equipo de Suministro de Alimentación Ininterrumpida (SAI), ENERDATA o equivalente, tecnología LINE-INTERACTIVO/VI, tensión de entrada y salida monofásica 230 Vca, de 700 W de potencia activa en salida y autonomía de 20 minutos con una carga de 2 PCs, para su aplicación a los puesto de trabajo; según Pliego de Condiciones; instalado y funcionando.</p>	56,00	131,40	7.358,40
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1603 CUADROS Y APARAMENTA</b>				<b>49.201,02</b>
<b>SUBCAPÍTULO 1604 LÍNEAS ELÉCTRICAS</b>				
E050906	<p>MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x16mm2 (AS+)</p> <p>Cable Resistente al Fuego (AS+), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS+), RZ1-0,6/1 kV 1x16 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de compuesto especial de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama ni incendio, libre de halógenos, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; instalado.</p>	616,00	4,93	3.036,88
E050912	<p>MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x120mm2 (AS+)</p> <p>Cable Resistente al Fuego (AS+), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS+), RZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de compuesto especial de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color naranja, no propagador de la llama ni incendio, libre de halógenos, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; instalado.</p>	171,00	24,14	4.127,94
E050502	<p>MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x185mm2 (AS)</p> <p>Cable Libre de Halógenos (AS), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 1x185 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; instalado.</p>	385,00	24,52	9.440,20
E050504	<p>MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x120mm2 (AS)</p> <p>Cable Libre de Halógenos (AS), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 1x120 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; instalado.</p>	43,00	16,08	691,44
E050506	<p>MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x70mm2 (AS)</p> <p>Cable Libre de Halógenos (AS), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 1x70 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; instalado.</p>	43,00	9,92	426,56
E050509	<p>MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 1x25mm2 (AS)</p> <p>Cable Libre de Halógenos (AS), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 1x25 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; instalado.</p>			

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E050532	<b>MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x50mm2 (AS)</b> Cable Libre de Halógenos (AS), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 4x50 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; instalado.	259,00	4,06	1.051,54
E050533	<b>MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x35mm2 (AS)</b> Cable Libre de Halógenos (AS), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 4x35 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; instalado.	115,00	32,38	3.723,70
E050534	<b>MI Cable RZ1-0,6/1 kV Cu 4x25mm2 (AS)</b> Cable Libre de Halógenos (AS), PIRELLI o equivalente, AFUMEX FIRS 1000V (AS), RZ1-0,6/1 kV 4x25 mm2, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de mezcla especial termoplástica color verde, no propagador de la llama ni incendio, sin desprendimiento de humos tóxicos, opacos ni corrosivos; instalado.	128,00	23,76	3.041,28
E050312	<b>MI Cable RV-0,6/1kV Cu 1x6mm2</b> Cable RV-0,6/1 kV 1x6 mm2, PIRELLI o equivalente, RETENAX FLEX, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de policloruro de vinilo negro, no propagador de la llama ni incendio, bajo en la emisión de halógenos; instalado.	15,00	15,99	239,85
E050334	<b>MI Cable RV-0,6/1kV Cu 3x2,5mm2</b> Cable RV-0,6/1 kV 3x2,5 mm2, PIRELLI o equivalente, RETENAX FLEX, conductor de cobre electrolítico recocido, aislamiento de mezcla de polietileno reticulado XLPE de colores según UNE 21089-1, cubierta de policloruro de vinilo negro, no propagador de la llama ni incendio, bajo en la emisión de halógenos; instalado.	1.071,00	1,06	1.135,26
E0390	<b>MI Cable cobre desnudo 35 mm2.</b> Cable de cobre desnudo de una sección eficaz de 35 mm2, BICC General o equivalente; instalado.	32,00	1,59	50,88
E0402	<b>Ud Grapa para cable desnudo</b> Grapa para conexión de cable desnudo para una sección de cable entre 25 y 70 mm2, de KLK o equivalente; instalada.	106,00	2,72	288,32
E0404	<b>Ud Electrodo tierra acero/cobre 2 m</b> Electrodo de toma de tierra en acero cobrizado de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, con abrazadera, de KLK o equivalente; instalado.	8,00	3,78	30,24
E030122	<b>MI Tubo PVC flex. doble pared 450 Nw 75 mm</b> Tubo de PVC flexible de doble pared de 75 mm de diámetro, para canalización subterránea, 450 Nw de resistencia a la compresión, incluso guía, completo de accesorios de unión y fijación, instalado.	8,00	21,90	175,20

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E030124	MI Tubo PVC flex. doble pared 450 Nw 110 mm Tubo de PVC flexible de doble pared de 110 mm de diámetro, para canalización subterránea, 450 Nw de resistencia a la compresión, incluso guía, completo de accesorios de unión y fijación, instalado.	272,00	4,64	1.262,08
E03125	MI Tubo PVC flex. doble pared 450 Nw 225 mm Tubo de PVC flexible de doble pared de 225 mm de diámetro, para canalización subterránea, 450 Nw de resistencia a la compresión, incluso guía, completo de accesorios de unión y fijación, instalado.	192,00	5,61	1.077,12
E0220112	MI Bandeja metál. Sendzimir 60x600 Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x600 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada.	72,00	8,48	610,56
E0220108	MI Bandeja metál. Sendzimir 60x200 Bandeja metálica PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada.	25,00	43,16	1.079,00
E0220132	MI Bandeja met. c/tapa Sendz 60x200 Bandeja metálica con tapa PEMSA o equivalente, modelo PEMSABAND, de 60x200 mm, construida en chapa de acero galvanizado Sendzimir con borde de seguridad, base perforada y embutida, con parte proporcional de accesorios y soportes, incluso cable desnudo de cobre de 16 mm <sup>2</sup> ; instalada.	119,00	21,55	2.564,45
E022001	Ud Retencionado de cables a bandejas Retencionado de cables en bandeja según descripción en Memoria, realizado mediante bridas de poliamida 6.6 color negro, incluso identificado de cables mediante etiquetas rotuladas UNEX o equivalente; todo ello instalado y terminado.	38,00	26,89	1.021,82
E005001	Ud Terminales presión para cables Terminales de presión para los cables relacionados según secciones de los mismos, instalados mediante máquinas de presión con útil hexagonal, incluso tornillería y conexionado a Cuadros, Transformadores y Grupo Electrónico; todo ello instalado y terminado.	1,00	511,76	511,76
E020318	Ud Puesta a tierra Protección Baja Tensión Puesta a tierra de protección en Baja Tensión realizada mediante conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> , incluso línea principal con conductor RV-0,6/1 kV, electrodo de puesta a tierra según configuración UNESA, puente de comprobación, accesorios de unión fijación y montaje; instalada.	1,00	605,35	605,35
E020319	Ud Punto puesta a tierra Estructura Punto de puesta a tierra de Estructura para pilares y muros realizado con cable desnudo enterrado 35 mm <sup>2</sup> , incluso grapa y soldadura aluminotérmica; instalada.	1,00	741,64	741,64
		81,00	48,79	3.951,99
TOTAL SUBCAPÍTULO 1604 LÍNEAS ELÉCTRICAS.....				40.885,06

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>SUBCAPÍTULO 1605 DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS</b>				
E150103	<b>Ud Circuito distrib. alumbrado 2x2,5+T mm2 canalización flexible</b> Circuito de distribución para alumbrado 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC flexible corrugado reforzado, cajas aislantes y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado fijado a paramentos oculto por falsos techos.	37,00	78,84	2.917,08
E150104	<b>Ud Circuito distrib. alumbrado 2x2,5+T mm2 canalización rígida</b> Circuito de distribución para alumbrado 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo de PVC rígido curvable en caliente, cajas aislantes y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado fijado a paramentos.	6,00	98,45	590,70
E150104D	<b>Ud Circuito distrib. alumbrado 2x2,5+T mm2 canalización estanca</b> Circuito de distribución estanco para alumbrado 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a puntos de luz, realizado en tubo metálico roscado, cajas metálicas estancas de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; incluso conductor de equipotencialidad y puesta a tierra; instalado fijado con abrazaderas a paramentos.	2,00	174,33	348,66
E150110	<b>Ud Circuito distrib. fuerza 2x2,5+T mm2 canalización flexible</b> Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC flexible corrugado reforzado, cajas aislantes y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado fijado a paramentos oculto por falsos techos.	68,00	72,98	4.962,64
E150111	<b>Ud Circuito distrib. fuerza 2x2,5+T mm2 canalización rígida</b> Circuito de distribución para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo de PVC rígido curvable en caliente, cajas aislantes y conductor de cobre 07Z1 750V; instalado fijado a paramentos.	9,00	92,29	830,61
E150111D	<b>Ud Circuito distrib. fuerza 2x2,5+T mm2 canalización estanca</b> Circuito de distribución estanco para fuerza 2(1x2,5)+T mm2 partiendo del Cuadro Secundario (CS) hasta derivación a tomas de corriente, realizado en tubo metálico roscado, cajas metálicas estancas de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; incluso conductor de equipotencialidad y puesta a tierra; instalado fijado con abrazaderas a paramentos.	1,00	166,64	166,64
E150201	<b>Ud Punto luz empotrado 1,5 mm2</b> Punto de luz desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC flexible corrugado reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; instalado oculto por encima de falsos techos y empotrado en paredes.	378,00	14,99	5.666,22
E150202	<b>Ud Punto luz superficie 1,5 mm2</b> Punto de luz desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; instalado fijado con abrazaderas a paramentos.	41,00	26,83	1.100,03
E150202D	<b>Ud Punto luz superficie 1,5 mm2 canalización estanca</b> Punto de luz estanco desde circuito de distribución de alumbrado, realizado en tubo metálico roscado, cajas metálicas estancas de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 1,5 mm2; incluso conductor de equipotencialidad y puesta a tierra; instalado fijado con abrazaderas a paramentos.	18,00	63,41	1.141,38



## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E150205	<b>Ud Punto emergencia empotrado</b> Punto de luz para luminarias de emergencia, realizado en tubo de PVC flexible corrugado reforzado, conductor 07Z1 750 V y conectores irreversibles macho-hembra de 4 contactos; instalado oculto por encima de falsos techos y empotrado en paredes.	98,00	14,90	1.460,20
E150206	<b>Ud Punto emergencia superficie</b> Punto de luz para luminarias de emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, conductor 07Z1 750 V y conectores irreversibles macho-hembra de 4 contactos; instalado fijado con abrazaderas a paramentos.	10,00	26,21	262,10
E150207	<b>Ud Punto telemando emergencia empotrado</b> Punto de telemando para luminarias de emergencia, realizado en tubo de PVC flexible corrugado reforzado, BUS de cable trenzado polarizado libre de halógenos 2x1,5mm <sup>2</sup> y conectores irreversibles macho-hembra de 4 contactos; instalado oculto por encima de falsos techos y empotrado en paredes.	98,00	16,50	1.617,00
E150208	<b>Ud Punto telemando emergencia superficie</b> Punto de telemando para luminarias de emergencia, realizado en tubo de PVC rígido, BUS de cable trenzado polarizado libre de halógenos 2x1,5mm <sup>2</sup> y conectores irreversibles macho-hembra de 4 contactos; instalado fijado con abrazaderas a paramentos.	10,00	28,78	287,80
E150211	<b>Ud Punto toma de corriente empotrado 2,5mm<sup>2</sup></b> Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC flexible reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm <sup>2</sup> ; instalado oculto por encima de falsos techos y empotrado en paredes.	350,00	19,98	6.993,00
E150212	<b>Ud Punto toma de corriente superficie 2,5mm<sup>2</sup></b> Punto de toma de corriente desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo de PVC rígido, cajas aislantes de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm <sup>2</sup> ; instalado fijado con abrazaderas a paramentos.	2,00	30,43	60,86
E150212D	<b>Ud Punto toma de corriente superficie 2,5mm<sup>2</sup> canalización estanca</b> Punto de toma de corriente estanca desde circuito de distribución de fuerza, realizado en tubo metálico roscado, cajas metálicas estancas de superficie y conductor de cobre 07Z1 750V, sección 2,5 mm <sup>2</sup> ; incluso conductor de equipotencialidad y puesta a tierra; instalado fijado con abrazaderas a paramentos.	8,00	70,10	560,80
E0141001	<b>Ud Interruptor 10A 250V empotrable</b> Interruptor empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado.	170,00	3,72	632,40
E0141003	<b>Ud Conmutador 10A 250V empotrable</b> Conmutador empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado.	4,00	4,23	16,92

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E0141005	<b>Ud Pulsador 10A 250V empotrable</b> Pulsador empotrable 10A 250V, EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalado.	6,00	4,58	27,48
E0140601	<b>Ud Regulador luz universal 1.000 VA</b> Regulador universal de luz, LEGRAND o equivalente, serie MOSAIC, 1000 VA, incandescencia, halógenas, fluorescencia; instalado.	2,00	128,09	256,18
E0141010	<b>Ud Toma corriente 2P+TTL 16A 250V blanca empotrable</b> Toma de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil 2x16A+TTL blanca EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA, incluso caja de empotrar, bastidor de Zamak, marco y embellecedor de tecnopolímero autoextinguible libre de halógenos; instalada.	160,00	4,52	723,20
E0141050	<b>Ud Caja empotrar 4 tomas 2x16A+TT 16A 250V</b> Puesto de trabajo mediante caja de empotrar para mecanismos de 3 columnas EUNEA MERLIN GERIN o equivalente, serie ÚNICA SYSTEM, dimensiones 231x166x59, conteniendo 4 tomas de corriente con dispositivo de seguridad para protección infantil y piloto indicador de tensión (2 de 2x16A+TTL blancas para circuitos de usos varios y 2 de 2x16A+TTF rojas para usos informáticos) y tapa ciega, incluso bastidores, marco, portaetiquetas, plantilla, garras y cartón protector; instalado.	51,00	39,09	1.993,59
E01650	<b>Ud Punto termo eléctrico 2x16A+T</b> Punto enchufe II+T de 16A, con interruptor bipolar y piloto GEWISS o equivalente serie System, placa y caja de empotrar, para tres servicios, realizado en tubo PVC flexible corrugado reforzado, cajas GEWISS o equivalente serie 48 y conductor ES07Z1 750V, para termo eléctrico, alimentado directamente desde el CS; instalado.	13,00	65,64	853,32
E0040201	<b>Ud Toma eléctrica en caja con bornas 2x2,5+Tmm2</b> Toma eléctrica en caja con bornas, realizada mediante tubería de PVC flexible corrugado reforzado de 20 mm, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V, sección 2,5 mm2; instalada oculta por encima de falsos techos.	16,00	33,00	528,00
E04021	<b>Ud Punto alimentación lámpara de autopsia</b> Punto de alimentación de lámpara de autopsia, consistente en toma eléctrica en caja con bornas, realizada mediante tubería de PVC flexible corrugado reforzado de 20 mm, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V, sección 2,5 mm2; instalado oculto por encima de falsos techos.	4,00	57,84	231,36
E01601	<b>Ud Punto alimentación mesa de autopsia</b> Punto de alimentación de mesa de autopsia, consistente en toma eléctrica en caja con bornas, realizada mediante tubería de PVC flexible corrugado reforzado, cajas aislantes de empotrar y conductor de cobre ES07Z1 (AS) 750V, sección 4 mm2; instalado oculto por encima de falsos techos.	4,00	59,05	236,20

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E02684	<b>Ud Toma equipotencial baños y aseos</b> Toma equipotencial para cuartos de baño y aseo, con parte proporcional de cable de cobre ES07Z1-U libre de halógenos de 4 mm2 según UNE 20432.1, 20432.3, 20427, 21147.1, 21174, 21172.1, 21172.2, IEC-754.1 y BS-6425.1, tubo de PVC flexible de doble capa del tipo forroplast, abrazaderas y cajas de empotrar de paso y derivación, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado.	4,00	27,94	111,76
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1605 DISTRIBUCIONES ELÉCTRICAS...</b>				<b>34.576,13</b>
<b>SUBCAPÍTULO 1606 ILUMINACIÓN</b>				
E00601021	<b>Ud Luminaria empotrar 3x36 W E</b> Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD8002, de 1200x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalada.	25,00	143,23	3.580,75
E00601041	<b>Ud Luminaria empotrar 1x36 W E</b> Luminaria fluorescente de empotrar, LIDERLUX o equivalente, modelo 9102 1x36 W, de 1230x190 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W y balasto electrónico 230V, completa de accesorios de unión y fijación; instalada.	6,00	78,47	470,82
E00601101	<b>Ud Luminaria empotrar 3x36 W TC-L E</b> Luminaria fluorescente de empotrar 3x36 W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD10002, de 600x600 mm, con difusor parabólico de aluminio especular, incluso 3 lámparas fluorescentes compactas de 36W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalada.	88,00	137,27	12.079,76
E0060180	<b>Ud Empotrable circular 2x26W cristal E</b> Empotrable circular 2x26W, LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12596-CCR, con reflector de aluminio abillantado y oxidado, cierre con difusor de cristal, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 26W, 230 V y balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado.	156,00	85,10	13.275,60
E0060130	<b>Ud Downlight lámpara R63</b> Empotrable LIDERLUX o equivalente, referencia 12063 para lámpara reflectante R63, hasta 60 W, portalámparas E27, incluso lámpara; instalado.	21,00	13,20	277,20
E0060185	<b>Ud Empot. halóg. orien. 12V 50W 60°</b> Empotrable halógeno orientable LIDERLUX o equivalente, modelo LD 12076, cuerpo en fundición de aluminio, alimentación mediante transformador de seguridad 230/12 V, 50 VA, incluso lámpara halógena dicroica 50W, 60°, 12V; instalado.	54,00	19,93	1.076,22
E0060109	<b>Ud Downlight PAR Halog. 75W 30°</b> Downlight de empotrar LIDERLUX o equivalente, modelo 12052, con lámpara PAR halógena 75W 30° 230V embutida 3 cm y anillo antideslumbrante; instalado.	15,00	29,05	435,75
E0060171	<b>Ud Aplique de pared 2x26W</b> Aplique de pared LIDERLUX o equivalente, modelo 14666, cuerpo de fundición de aluminio lacado en blanco, luz directa e indirecta, incluso 2 lámparas fluorescentes compactas de 2x26W 230V con balasto electrónico con precaldeo de cátodo; instalado.	9,00	80,57	725,13

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E0060718	<b>Ud Luminaria decorativa suspensión 70W HM</b> Luminaria decorativa de suspensión RZB o equivalente, modelo FESTIVAL HALL, con caja de aluminio fundido, difusor de cristal opalino satinado brillante, cristal abierto con difusor dintético con reflector interno de aluminio anodizado en alto brillo, incluso lámpara de halogenuros metálicos de 70 W, equipo de encendido 230V AF y sistema de suspensión; instalado.	3,00	371,34	1.114,02
E0060522	<b>Ud Aplique 270x200 mm 11W NO PASAR</b> Aplique extraplano de techo y pared, fluorescente 1x11 W, OSRAM o equivalente, modelo DULUX CARRÉ, Clase II, IP-43, incluso lámpara fluorescente compacta de 11 W, 230 V AF y letrero "NO PASAR"; instalado.	1,00	39,56	39,56
E00603021	<b>Ud Luminaria estanca 1x36W IP65 E</b> Luminaria estanca GEWISS o equivalente, modelo ZNT 1x36 W, con difusor de policarbonato, IP 65, incluso 1 lámpara fluorescente de 36W y balasto electrónico 230V con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada.	6,00	82,30	493,80
E00603031	<b>Ud Luminaria estanca 2x36W IP65 E</b> Luminaria estanca GEWISS o equivalente, modelo ZNT 2x36 W, con difusor de policarbonato, IP 65, incluso 2 lámparas fluorescentes de 36W y balasto electrónico 230V con precaldeo de cátodo, completa de accesorios de unión y fijación; instalada.	53,00	97,15	5.148,95
E0060317	<b>Ud Aparato exterior 100 HM a pared</b> Aparato polifuncional para exterior GEWISS o equivalente, modelo EXTRO, de color gris humo, reflector de aluminio abillantado y oxidado, pantalla de cristal templeado, para lámpara de halogenuros metálicos de 1x100 W 230V AF, con soporte para orientación para pared, incluso lámpara; instalado.	9,00	152,01	1.368,09
E0030537	<b>Ud Luminaria viaria 100W VM 4m</b> Luminaria viaria IEP o equivalente, modelo AP-3, cuerpo de polímero técnico, reflector en chapa de aluminio anodizado, difusor prismatizado en polímero acrílico transparente, IP 65, columna de 4 m en chapa de acero y armario de registro con tapa, IEP o equivalente, modelo CL-2; incluso lámpara de Halogenuros Metálicos 1x100 W y equipo de encendido 230 V AF; instalada.	7,00	626,10	4.382,70
E0060513	<b>Ud Baliza superficie 80W VM 0,7m</b> Baliza de superficie IEP o equivalente, modelo JR-1, de 0,7 metros de altura, con cuerpo en fundición de aluminio color negro forja, difusor de metacrilato transparente y reflector antideslumbrante de aluminio anodizado, IP-65, Clase ; incluso lámpara de Vapor de Mercurio de 1x80 W y equipo de encendido 230 V AF; instalada.	9,00	225,36	2.028,24
E0060575	<b>Ud Empotrable pared fluor. 1x18 W IP657</b> Empotrable resctangular de pared para exterior DISANO o equivalente, modelo BOX2 1607, de nylon f.v., difusor de policarbonato irrompible, parábola tipo párpado asimétrica, IP657, incluso lámpara fluorescente compacta 1x18W, 230 V AF; instalado.	8,00	70,00	560,00
E0070151	<b>Ud Apar. autón. emerg. 153 lum 1h empotrado</b> Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N3S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 153 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja de enrasar en techo para instalación empotrada; instalada.	29,00	52,87	1.533,23

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E0070153	<p>Ud Apar. autón. emerg. 360 lum 1h empotrado</p> <p>Aparato autónomo de emergencia, DAISALUX o equivalente, modelo HYDRA N7S, con señalización incandescente y lámpara de emergencia fluorescente de 8 W, 360 lúmenes y 1 h de autonomía, incluso lámpara y caja de enrasar en techo para instalación empotrada; instalada.</p>	79,00	66,11	5.222,69
TOTAL SUBCAPÍTULO 1606 ILUMINACIÓN.....				53.812,51
<b>SUBCAPÍTULO 19.08 ELECTRICIDAD CLIMATIZACIÓN</b>				
<b>APARTADO 15.08.01 Cuadros</b>				
EC0001	<p>Ud CE-01</p> <p>Cuadro eléctrico tipo armario en chapa de acero y revestimiento anticorrosivo con polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, protección IP-65 e IK-09, fabricado según normas de ITC-BT, con puertas delanteras plenas con cerradura para acceso a la apartamenta. Preparado para mandar y señalizar la instalación desde el propio cuadro o desde el sistema de control. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas y fijado en bancada, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20% .</p>	1,00	5.074,83	5.074,83
EC0002	<p>Ud CE-02</p> <p>Cuadro eléctrico tipo armario en chapa de acero y revestimiento anticorrosivo con polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, protección IP-65 e IK-09, fabricado según normas de ITC-BT, con puertas delanteras plenas con cerradura para acceso a la apartamenta. Preparado para mandar y señalizar la instalación desde el propio cuadro o desde el sistema de control. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas y fijado en bancada, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20% .</p>	1,00	1.499,64	1.499,64
EC0003	<p>Ud CE-03</p> <p>Cuadro eléctrico tipo armario en chapa de acero y revestimiento anticorrosivo con polvo epoxi y poliéster polimerizado al calor, protección IP-65 e IK-09, fabricado según normas de ITC-BT, con puertas delanteras plenas con cerradura para acceso a la apartamenta. Preparado para mandar y señalizar la instalación desde el propio cuadro o desde el sistema de control. Conteniendo los elementos necesarios y descritos en esquema unifilar adjunto, cableado ES07Z1-K1 (AS), embarrado estandar, clemas, borneros, fusibles, etc., para realizar las funciones especificadas en documentos de proyecto, capacitado para las características de cortocircuito indicadas en el esquema, totalmente instalado, conexionado de líneas y fijado en bancada, pruebas y puesta en marcha, incluso pequeño material y accesorios para su montaje y reserva de espacio para posibles aumentos del 20% .</p>	1,00	2.866,18	2.866,18
TOTAL APARTADO 15.08.01 Cuadros.....				9.440,65

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>APARTADO 15.08.02 Conductores</b>				
RZ1K AS 009	<p>MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.1x70 mm2.</p> <p>Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 1x70 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PIRELLI o equivalente aprobado, instalado.</p>	150,00	12,72	1.908,00
RZ1K AS 007	<p>MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.1x35 mm2.</p> <p>Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 1x35 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PIRELLI o equivalente aprobado, instalado.</p>	50,00	7,08	354,00
RZ1K AS 022	<p>MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.3x1,5 mm2.</p> <p>Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 3x1,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PIRELLI o equivalente aprobado, instalado.</p>	610,00	1,60	976,00
RZ1K AS 023	<p>MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.3x2,5 mm2.</p> <p>Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 3x2,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PIRELLI o equivalente aprobado, instalado.</p>	40,00	2,26	90,40
RZ1K AS 028	<p>MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.3x1,5+2,5 mm2</p> <p>Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14,15 y 28. Sección de 3x1,5+2,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de Pirelli o equivalente aprobado, instalado.</p>	340,00	2,01	683,40
RZ1K AS 029	<p>MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.3x2,5+2,5 mm2</p> <p>Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 3x2,5+2,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PIRELLI o equivalente aprobado, instalado.</p>	440,00	2,75	1.210,00
RZ1K AS 040	<p>MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x4+4 mm2.</p> <p>Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 4x4+4 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PIRELLI o equivalente aprobado, instalado.</p>	120,00	4,64	556,80
RZ1K AS 041	<p>MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x6+6 mm2.</p> <p>Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 4x6+6 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PIRELLI o equivalente aprobado, instalado.</p>	30,00	6,63	198,90
RZ1K AS 038	<p>MI Cable RZ1-K(AS)0,6/1 kV.Cu.4x1,5+2,5 mm2</p> <p>Cable flexible designación RZ1-K(AS) 0,6/1 kV (UNE 21123-4, 21145, 21147.1, 21432.1, 21174, 21172 o IEC 1034, IEEE 383.74). Uso según: ITC 14, 15 y 28 del REBT 2002. Sección de 4x1,5+2,5 mm2 en cobre, Afumex Iristech 1000V de PIRELLI o equivalente aprobado, instalado.</p>	80,00	2,43	194,40
<b>TOTAL APARTADO 15.08.02 Conductores.....</b>				<b>6.171,90</b>

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>APARTADO 15.08.03 Canalizaciones</b>				
BMC ST35200	<b>MI Bandeja met. ciega c/tapa Sendz 35x200mm</b>  Bandeja metálica de chapa de acero ciega de 35x200mm, de PEMSA o equivalente aprobado, modelo PEMSABAND ref.75431200, con tapa también de acero montada a presión, de PEMSA o equivalente aprobado, ref. 73021200; galvanizado Sendzimir, M-0, borde de seguridad y perfil lateral; con p.p. de accesorios y soporte, instalada. Conforme a UNE-EN 61537, UNE 20460, ITC-BT 20 y 21	45,00	26,15	1.176,75
BMC ST35150	<b>MI Bandeja met. ciega c/tapa Sendz 35x150mm</b>  Bandeja metálica de chapa de acero ciega de 35x150mm, de PEMSA o equivalente aprobado, modelo PEMSABAND ref.75421150, con tapa también de acero montada a presión, de PEMSA o equivalente aprobado, ref. 73021150; galvanizado Sendzimir, M-0, borde de seguridad y perfil lateral; con p.p. de accesorios y soporte, instalada. Conforme a UNE-EN 61537, UNE 20460, ITC-BT 20 y 21	40,00	22,36	894,40
TPVC RD63	<b>MI Tubo PVC rígido 63 mm</b>  Tubo rígido de PVC, enchufable, de diámetro exterior 63 mm, grado protección medio, no propagador de la llama, modelo DX25363 de GEWISS o equivalente aprobado; completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086-1, UNE-EN 50086-2-1, ITC-BT 20 y 21 del REBT 2002.	8,00	6,15	49,20
TPVC RD25	<b>MI Tubo PVC rígido 25 mm</b>  Tubo rígido de PVC, enchufable, de diámetro exterior 25 mm, grado protección medio, no propagador de la llama, modelo DX25325 de GEWISS o equivalente aprobado; con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086-1, UNE-EN 50086-2-1, ITC-BT 20 y 21 del REBT 2002.	30,00	3,85	115,50
TPVC RD20	<b>MI Tubo PVC rígido 20 mm</b>  Tubo rígido de PVC, enchufable, de diámetro exterior 20 mm, grado protección medio, no propagador de la llama, modelo DX25320 de GEWISS o equivalente aprobado; con p.p. de cajas, completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086-1, UNE-EN 50086-2-1, ITC-BT 20 y 21 del REBT 2002.	45,00	3,70	166,50
TPVC AFD13	<b>MI Acero flexi. proteg. 13 mm.</b>  Tubo de acero galvanizado flexible protegido con PVC color gris RAL, diámetro nominal 13 mm, IP67 estanco, autoextinguible, de -10°C a +65°C, modelo ECOFLEX ref. 11060013, de PEMSA o equivalente aprobado; completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086 y 60529, ITC-BT 20 y 21.	12,00	3,30	39,60
TPVC AFD11	<b>MI Acero flexi. proteg. 11 mm.</b>  Tubo de acero galvanizado flexible protegido con PVC color gris RAL, diámetro nominal 11 mm, IP67 estanco, autoextinguible, de -10°C a +65°C, modelo ECOFLEX ref. 11060011, de PEMSA o equivalente aprobado; completo de accesorios de unión, fijación y montaje, instalado. Conforme a UNE-EN 50086 y 60529, ITC-BT 20 y 21.	25,00	3,12	78,00
TPVC AF48	<b>MI Acero flexi. proteg. 48 mm.</b>	8,00	11,22	89,76
<b>TOTAL APARTADO 15.08.03 Canalizaciones.....</b>				<b>2.609,71</b>

PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TOTAL SUBCAPÍTULO 19.08 ELECTRICIDAD CLIMATIZACIÓN.				18.222,26
TOTAL CAPÍTULO 22 ELECTRICIDAD.....				272.377,58



## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 24 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 2601 MEGAFONÍA</b>				
E02006	<b>Ud Armario Rack 19" 25U</b> Armario rack 19" metálico de OPTIMUS o equivalente, modelo AR250, de 25 unidades de altura, en acero de 15 décimas, acabado en pintura epoxi, con una unidad de ventilación de dos rotores y una placa doble de interruptor magnetotérmico; montado, cableado verificado y con documentación técnica.	1,00	1.886,83	1.886,83
E02030	<b>Ud Pupitre microfónico zonas</b> Pupitre microfónico TOA o equivalente, modelo RM-200M, con posibilidad de emisión automática de mensajes, pulsador de emergencia, selector e indicación de zonas ocupadas; instalado.	1,00	641,74	641,74
E02012	<b>Ud Amplificador+selector 5 zonas 240W</b> Amplificador TOA o equivalente, modelo VM-2240ER, de 240W, con 5 zonas de altavoces conmutables, regulación de volumen independiente y 6 entradas de señal externa; instalado.	2,00	1.496,54	2.993,08
E020121	<b>Ud Carta de supervisión de línea de megafonía</b> Carta con funciones de supervisión de línea, TOA o equivalente, modelo SV-200M, para sistema de megafonía VM-2000; instalada.	2,00	384,97	769,94
E020123	<b>Ud Carta de mensajes registrados</b> Carta con mensajes pregrabados, TOA o equivalente, modelo EV-200M, para sistema de megafonía VM-2000; instalada.	1,00	688,82	688,82
E020124	<b>Ud Tarjeta de memoria 32 Mb</b> Tarjeta de memoria de 32 Mb, TOA o equivalente, modelo SDCFB-32V3E, para sistema de megafonía VM-2000; instalada.	1,00	94,40	94,40
E020125	<b>Ud Grabación de sistema</b> Grabación de configuración de mensajes y sistema, TOA o equivalente, modelo MSE-0082, para sistema de megafonía VM-2000; instalada.	1,00	135,22	135,22
E020411	<b>Ud Altavoz empotrable 4" 6W, 88 dB 1W/1m</b> Altavoz bicono montaje empotrado OPTIMUS o equivalente, modelo A-264-ATM de 4", 6W, con conexiones a 3 ó 1,5W, sensibilidad 88 dB 1W/1m, presión acústica máxima 95 dB, con rejilla metálica plana, instalado.	102,00	31,86	3.249,72
E020441	<b>Ud Altavoz superficie 6" 6W, 98 dB 1W/1m</b> Altavoz montaje superficie OPTIMUS o equivalente, modelo WAS-6061 de 6", 6W, con conexiones a 6, 3, 1,5 y 0,75W, sensibilidad 98dB 1W/1m, presión acústica máxima 106 dB, con cuerpo cuadrado de ABS color blanco, instalado.	7,00	38,45	269,15
E02001	<b>Ud Punto toma altavoz empotrado</b> Punto de toma para altavoz, realizada en tubo de PVC flexible reforzado en plantas y PVC rígido en la vertical, cajas de empotrar y conductor trenzado de 2x1,5 mm2, incluso la instalación hasta los amplificadores, mandos, módulos, micrófonos, etc., instalado.			

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		102,00	27,92	2.847,84
E02002	Ud Punto toma altavoz superficie Punto de toma para altavoz, realizada en tubo de PVC rígido, cajas de superficie GEWISS o equivalente, serie 44CE, y conductor trenzado de 2x1,5 mm2, incluso la instalación hasta los amplificadores, mandos, módulos, micrófonos, etc., instalado.			
		7,00	33,36	233,52
TOTAL SUBCAPÍTULO 2601 MEGAFONÍA.....				13.810,26
SUBCAPÍTULO 2602 CONTROL HORARIO				
E3816	Ud Reloj 30 cm, autónomo. Reloj analógico de esfera circular de 30 cm de diámetro estanco al polvo y la humedad autónomo, instalado.			
		3,00	64,53	193,59
TOTAL SUBCAPÍTULO 2602 CONTROL HORARIO.....				193,59
SUBCAPÍTULO 2603 CONTROL DE ACCESO DE FURGONES				
E0260201	Ud Domo microesfera exterior digital color día/noche CCD 1/4" Domo de alta velocidad con cámara digital color día/noche CCD 1/4" para CCTV, con alimentación a 24V, zoom motorizado óptico y digital, autofocus y posibilidad de control externo por conector RS485, BY o equivalente, modelo HDA-865; instalado.			
		1,00	4.096,63	4.096,63
E0260203	Ud Fuente de alimentación exterior 230/24V Fuente de alimentación para Domo exterior, BY o equivalente, 230/24 Vca; instalada.			
		1,00	335,51	335,51
E0260205	Ud Telemando con posicionador joystick Telemando para control de Domos, BY o equivalente, modelo BG-ALL-485JS, equipado con joystick con 8 posiciones, interface de comunicaciones RS485, con capacidad de control de hasta 100 dispositivos; según descripción en Memoria; instalado.			
		1,00	524,75	524,75
E0260206	Ud Monitor color alta resolución Monitor en color de alta resolución de 36 cm, 720 líneas multinorma PAL/NTSC, BY o equivalente, modelo HQ-CM-14 ; instalado.			
		1,00	543,77	543,77
E0260207	Ud Alimentación eléctrica a cámaras de CCTV Punto de alimentación eléctrica y distribución a cámaras de CCTV, realizado mediante tubo de PVC rígido, conductor ES07Z1(AS) 750V, cajas estancas de superficie y toma de corriente estanca 2x16A +T IP55; instalado.			
		1,00	162,32	162,32
E0260208	Ud Distribución señal de vídeo y bus RS485 Distribución de señal de vídeo y comunicación para control, realizado mediante tubo de PVC rígido, cable coaxial de vídeo RG59, bus de comunicación RS485 y cajas estancas de superficie; instalada.			
		1,00	151,73	151,73
E0260209	Ud Pruebas, puesta en marcha, documentación y formación Configuración, programación y puesta en marcha del sistema de circuito cerrado de televisión; posicionamiento y comprobación de las cámaras y su correspondiente grabación; elaboración de la documentación de instalación; curso de formación al personal usuario.			
		1,00	276,92	276,92

PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E03702	Ud Portero automatico  Portero automático de FERMAX o equivalente, modelo Kit City compuesto por placa y caja de empotrar, teléfono electrónico, alimentador 230V, 50 Hz y abrepuertas; incluso canalización y cableado en instalación empotrada mediante tubo de PVC flexible corrugado reforzado; instalado.	1,00	237,27	237,27
TOTAL SUBCAPÍTULO 2603 CONTROL DE ACCESO DE				6.328,90
TOTAL CAPÍTULO 24 INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS .....				20.332,75

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>CAPÍTULO 25 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 25.01 EXTINTORES PORTÁTILES</b>				
E06.01001	<p><b>Ud Extintor portátil polvo químico ABC</b></p> <p>Extintor portátil de polvo químico polivalente ABC de 6 kg. de capacidad con presión incorporada interior. Completo con válvula de disparo, manguera, boquilla y soporte. Timbrado por la Delegación de Industria y certificado por AENOR. Eficacia mínima 21A-113B. Colocado en soporte estándar de pared. Modelo P-6X de EXMON o equivalente aprobado.</p>	28,00	28,82	806,96
E06.01002	<p><b>Ud Extintor portátil CO2</b></p> <p>Extintor portátil CO2 de 5 kg de capacidad con cuerpo de acero, completo con válvula de descarga, manguera, difusor y soporte. Timbrado por la Delegación de Industria y certificado por AENOR. Eficacia mínima 89B. Colocado en soporte estándar de pared. Modelo C005M de EXMON o equivalente</p>	1,00	82,46	82,46
E06.01003	<p><b>Ud Armario portaextintor PVC</b></p> <p>Armario portaextintor PVC para intemperie de 670 x 320 x 260 mm con puerta ciega y cierres cincados. Montaje en planta de cubierta. Modelo 10106 de EXMON o equivalente aprobado</p>	3,00	72,24	216,72
E06.01004	<p><b>Ud Señal de extintor</b></p> <p>Señal de extintor plana según norma UNE de 210 x 210 mm en material fotoluminiscente rígido de 1 mm con marco de aluminio. Colocada en pared mediante adhesivo o similar. Modelo IS-010 de SERYSEÑAL o equivalente aprobado</p>	29,00	15,94	462,26
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 25.01 EXTINTORES PORTÁTILES.....</b>				<b>1.568,40</b>
<b>SUBCAPÍTULO 25.02 RED DE BIES</b>				
E06.02001	<p><b>Ud Boca de incendio equipada</b></p> <p>Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm de diámetro según UNE EN 671-1 y certificada N por AENOR compuesta de:</p> <p>Armario metálico pintado en rojo de 600 x 750 x 260 mm con puerta acristalada INOX. bisagras y cierre de resbalón con precinto.</p> <p>Devanadera de alimentación axial fija con sistema de orientación patentado RIL-GO.</p> <p>Tramo de 20 m de manguera semirrígida de 25 de diámetro ALFLEX certificada por AENOR</p> <p>Válvula de bola manual DN 25 con volante RY-LOCK</p> <p>Lanza de triple efecto RYLMATIC de 25 mm.</p> <p>Manómetro glicerina 0+16 bar R 1/4" con antirretorno</p> <p>Cristal ahumado de 4 mm</p> <p>Montaje visto o empotrado en pared</p> <p>Modelo 25/4S de RIBO o equivalente aprobado</p>	7,00	276,97	1.938,79
E06.02005	<p><b>Ud Interruptor de flujo</b></p> <p>Interruptor de flujo con temporizador ajustable DN 2" IP 56. Contactos dobles SPDT. Homologación UL/FM</p> <p>Modelo VSR-F o equivalente aprobado</p>	1,00	126,11	126,11

## PRESUPUESTO

INSTITUTO DE MEDICINA LEGAL EN BADAJOZ

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E06.02007	Ud Válvula de mariposa DN 2" Válvula de mariposa tipo semi Lug PN 16 de 2" de diámetro con desmultiplicador y volante, indicador de posición, candado y cadena para enclavamiento. Máxima presión de servicio 12,1 bar. Homologación UL/FM Modelo JMA de GRINNELL o equivalente aprobado	1,00	229,44	229,44
ET060404	MI Tubería acero galvanizada 1 1/4" Tubería de acero con soldadura longitudinal DIN-2440 GALVANIZADA, incluso parte proporcional de codos, tes, reducciones, pasamuros, soportes, pintura de imprimación y acabado, señalización, pruebas hidráulicas y todo tipo de accesorios y soportes necesarios para su montaje en sala de bombas CI, completamente instalada. DN 1 1/4"	24,00	19,80	475,20
ET06003	MI Tubería acero galvanizada 1 1/2" Tubería de acero con soldadura longitudinal DIN-2440 GALVANIZADA, incluso parte proporcional de codos, tes, reducciones, pasamuros, soportes, pintura de imprimación y acabado, señalización, pruebas hidráulicas y todo tipo de accesorios y soportes necesarios para su montaje en sala de bombas CI, completamente instalada. DN 1 1/2"	86,00	22,23	1.911,78
ET06004	MI Tubería acero galvanizada 2" Tubería de acero con soldadura longitudinal DIN-2440 GALVANIZADA, incluso parte proporcional de codos, tes, reducciones, pasamuros, soportes, pintura de imprimación y acabado, señalización, pruebas hidráulicas y todo tipo de accesorios y soportes necesarios para su montaje en sala de bombas CI, completamente instalada. DN 2"	60,00	25,98	1.558,80
E06.02013	Ud Señal de BIE Señal de BIE plana según norma UNE de 210 x 210 mm en material fotoluminiscente rígido de 1 mm con marco de aluminio. Colocada en pared mediante adhesivo o similar. Modelo IS-030 de SERYSEÑAL o equivalente	7,00	15,94	111,58
TOTAL SUBCAPÍTULO 25.02 RED DE BIES .....				6.351,70



## **VI.- PLANOS.**

PLANO 01: PLANTA SOTANO. Electricidad.

PLANO 02: PLANTA BAJA. Electricidad.

PLANO 03: PLANTA PRIMERA. Electricidad.

PLANO 04: PLANTA TORREON. Electricidad.

PLANO 05: ESQUEMAS CUADROS ELECTRICOS.

PLANO 06: ESQUEMAS CUADROS CLIMATIZACION.

PLANO 07: CENTRO DE TRANSFORMACION.

PLANO 08: PLANTA SOTANO. Bandeja Eléctricas.

PLANO 09: PLANTA BAJA. Bandeja Eléctricas.

PLANO 10: PLANTA PRIMERA. Bandeja Eléctricas.

PLANO 11: PLANTA TORREON. Bandeja Eléctricas.

PLANO 12: Red de tierra de Estructura y Electrodo de puesta a tierra.

PLANO 13: Situación de Electrodo de puesta a tierra.





## **VII.- CONCLUSIONES.**

El presente proyecto, mediante los documentos y planos de que se compone, ha buscado definir y explicar las características técnicas y económicas principales de la instalación eléctrica del Instituto de Medicina Legal de Badajoz. Su realización ha servido como trabajo práctico para su presentación como Proyecto Final de Carrera de la titulación Ingeniería Técnica Industrial, especialidad en Electricidad, en la Universidad Carlos III de Madrid.

Tras el estudio detallado de la instalación, podemos concluir que en el diseño de cualquier tipo de obra, la condición más importante es el cumplimiento de los reglamentos vigentes que han de ser el soporte de nuestro sistema. En este caso, para la instalación eléctrica de un edificio de pública concurrencia, son fundamentales los reglamentos que regulan la parte de alta tensión, los centros de transformación, baja tensión y el Código Técnico de Edificación.

Para esta instalación eléctrica se ha propuesto un sistema eléctrico alimentado normalmente desde una conexión con la red de Media Tensión de la compañía que opera en la zona, a través de un centro de transformación propiedad del Instituto. Este centro de transformación se ha dotado de un transformador dimensionado para soportar la totalidad de la potencia prevista para la instalación.

También se ha hecho una diferenciación entre cargas prioritarias, las cuales corresponden a aquellas que prestan servicios esenciales en los que debe mantenerse la alimentación eléctrica, y las que no hace falta mantener la alimentación eléctrica de forma ininterrumpida. Para estos consumos prioritarios se ha propuesto un suministro eléctrico complementario a través del uso de un grupo electrógeno de gran potencia, que entrará en funcionamiento automáticamente ante un fallo en el suministro eléctrico normal. El grupo electrógeno estará dotado de los elementos necesarios para realizar la conmutación entre redes y la detección de un descenso en la tensión del suministro de red, así como su restablecimiento posterior.

Adicionalmente el Instituto dispone de un tercer sistema de alimentación en las instalaciones vitales del edificio, mediante el uso de Sistemas de Alimentación Ininterrumpida. Se trata del suministro especial complementario, obligatorio por normativa para aquellas instalaciones cuya principal necesidad sea la continuidad del suministro, sin pasar por el “cero” que supone el lapso de tiempo previo al arranque del grupo electrógeno, y con autonomía de funcionamiento establecida por el REBT.

Dado que se trata de un local de pública concurrencia, las medidas a tomar para garantizar la seguridad de todos los usuarios serán más estrictas que en un modelo de instalación común. La seguridad frente a incendios, rayos, cortocircuitos, son muy importantes. Esto ha conllevado el desarrollo de un sistema de tierras y de protección atmosférica de la instalación muy completa.

El Instituto de Medicina Legal contará asimismo con cuatro redes de tierra independientes, separadas convenientemente, siendo estas:

- Red de puesta a tierra de Protección en Alta Tensión.
- Redes de puesta a tierra de neutros de Transformadores.
- Red de puesta a tierra de Protección en Baja Tensión.
- Red de puesta a tierra de la Estructura.

En cuanto al diseño de las instalaciones de iluminación, cabe destacar el objetivo buscado de proporcionar los niveles de iluminación adecuados para cada una de las áreas funcionales que componen el edificio, atendiendo a las necesidades particulares de cada una de ellas. En la redacción del proyecto se han tenido en cuenta en todo momento la normativa vigente y Código Técnico de Edificación (DB HE3 CTE).

En lo referente a la protección frente a las descargas atmosféricas, se ha considerado necesaria la instalación de un pararrayos en el edificio que proporcione un camino de baja impedancia a tierra, evitando de este modo riesgos para las personas o bienes del Instituto.

## **VIII.- ANEXOS.**

### **1.- Hojas de Cálculo.**

Mediante la aplicación de las fórmulas a los circuitos y elementos de la instalación diseñada (reflejada en esquemas del proyecto), se obtienen los diferentes valores que en las columnas de las Hojas de Cálculo siguiente se indican.

FORMULARIO UTILIZADO PARA EL CÁLCULO DE LÍNEAS Y DISEÑO DE SUS PROTECCIONES CON AJUSTE DE SUS REGULACIONES		
LINEA ACOMETIDA ALTA TENSION	TRANSFORMADOR POTENCIA (Pt)	LINEA DE BAJA TENSION CABLE
$Z_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3}$ $R_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \cos \Psi$ $X_{f2} = \frac{U_2^2}{P_{cc1}} \times 10^{-3} \sin \Psi$ <p>Valores  <math>\cos \Psi = 0.15</math>  <math>\sin \Psi = 0.99</math></p> <p><math>U_2</math> = Tensión compuesta secundario indicada en placas.</p>	$Z_{f2} = \frac{V_{cc}}{100} \times \frac{U_2^2}{P_t}$ $R_{f2} = \frac{W_c \times U_2^2}{P_t^2} \times 10^{-3}$ $X_{f2} = \sqrt{Z_{f2}^2 - R_{f2}^2}$ <p><math>P_t</math> = Potencia del transformador.  <math>W_c</math> = Perdidas totales en el cobre del transformador.  <math>V_{cc}</math> = Tensión de cortocircuito del transformador.</p>	$R_{f2} = r_e \times \frac{L}{N}; \quad R_{cp} = r_{e-cp} \times \frac{L}{N_{cp}}; \quad \sum R_s = \sum R_{f2} + \sum R_{cp}$ $X_{f2} = x_e \times \frac{L}{N}; \quad X_{cp} = x_{e-cp} \times \frac{L}{N_{cp}}; \quad \sum X_s = \sum X_{f2} + \sum X_{cp}$ $Z_{f2} = \sqrt{X_{f2}^2 + R_{f2}^2}; \quad Z_{cp} = \sqrt{X_{cp}^2 + R_{cp}^2}; \quad \sum Z_s = \sqrt{(\sum X_s)^2 + (\sum R_s)^2}$ $\sum Z_{f2} = \sqrt{(\sum R_{f2})^2 + (\sum X_{f2})^2}; \quad \sum Z_p = \sqrt{(\sum X_{cp})^2 + (\sum R_{cp})^2}$ <p><math>r_e</math> a 70°C para el Cobre=1/48S (siendo S la sección del conductor en mm<sup>2</sup>)  <math>r_e</math> a 70°C para el Aluminio=1/30S</p> <p><math>X_e = 0.08</math> para cables TETRAPOLARES  <math>X_e = 0.1</math> para cables unipolares agrupados con neutro al centro  <math>X_e = 0.15</math> para cables unipolares peor agrupados</p>
CAIDAS DE TENSION A PLENA CARGA	INTENSIDADES DE C.C. Y TIEMPOS MAX. DE APERT. DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO DE PROTECCION	CÁLCULO DE LINEAS TENIENDO PRESENTE:
$\sum e_{R2} = \sum I_{c2} R_{f2} \times 10^{-3}$ $\sum e_{X2} = \sum I_{c2} X_{f2} \times 10^{-3}$ $\sum e_{Z2} = \sqrt{(\sum e_{R2})^2 + (\sum e_{X2})^2}$ $V_c = V_2 - (\sum e_{R2} \cos \varphi + \sum e_{X2} \sin \varphi)$ $e_2 \% = 100 \left( 1 - \frac{V_c}{V_{co}} \right)$ <p><math>V_c</math> = Tensión simple en la carga</p>	<p>INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO:</p> $I_{CC2} = \frac{U_2}{\sqrt{3} \times \sum Z_{f2}}$ <p>INTENSIDAD DE C.C. DEL BUCLE DE DEFECTO:</p> $I_a = \frac{U_0}{\sum Z_s} \quad (U_0 = \text{Tensión simple nominal})$ <p>.....          MAXIMA SOLICITUD TERMICA ADMISIBLE POR EL CABLE:          - Cable en aluminio = 8.927 x S<sup>2</sup>          - Cable en cobre = 20.473 x S<sup>2</sup></p>	<p>Intensidades del cortocircuito.          Solicitación térmica admisible por el cable.          Intensidades admisibles de los cables.          Caídas de tensión a plena carga.</p>



<p>V<sub>2</sub> = Tensión simple asignada en placa</p> $V_2 = \frac{U_2}{\sqrt{3}}$ <p>V<sub>Co</sub> = Tensión simple en las bornas de B.T de transformadores (Columna Z, fila 2 de la tabla)</p>	<p>..... TIEMPO MAXIMO DE CORTE DEL INTERRUPTOR AUTOMATICO POR ACCION DE LA I<sub>CC2</sub>:</p> $t = \frac{20473 \times S^2}{I_{CC2}^2} \times 10^{-6} \text{ Para el Cobre}$ $t = \frac{8927 \times S^2}{I_{CC2}^2} \times 10^{-6} \text{ Para el Aluminio}$	<p><b>PROYECTO:</b></p> <p><b>Instituto de Medicina Legal de Badajoz</b></p>
---	--	--

## 2.- Cálculo de líneas y diseño de protecciones.

VALORES PARA :	Nº de Lina	Pcc1 (MVA)	U1 (kV)	Pt (kVA)	Vcc (%)	Wc (W)	U2 (V)	N (Nº c.)	S (mm2)	re ( $\Omega$ /km) a 70°C	xe ( $\Omega$ /km)	Maxima solicitud termica admisible (A ^	L (m)
Línea de A.T	1	500	20	--	--	--	420	--	--	--	--	--	--
Transformador 400 kVA	2	--	--	400	6	5700	420	--	--	--	--	--	--
Línea en B.T. del Transformador	3	--	--	--	--	--	420	4	185	0,113	0,12	700688425	35
Línea al CS-(-1).1	4	--	--	82	--	--	420	1	35	0,595	0,08	25079425	6
Línea al CS-(-1).2	5	--	--	43	--	--	420	1	35	0,595	0,08	25079425	40
Línea a la TE-(-1).5.GPS	6	--	--	10	--	--	420	1	16	1,302	0,08	5241088	43
Línea a la TE-(-1).4.GPI	7	--	--	15	--	--	420	1	16	1,302	0,08	5241088	48
Línea a la TE-(-1).5.RX	8	--	--	30	--	--	420	1	50	0,417	0,08	51182500	40
Línea al CS-0.1	9	--	--	65	--	--	420	1	35	0,595	0,08	25079425	14
Línea al CS-1.1	10	--	--	46	--	--	420	1	35	0,595	0,08	25079425	14
Línea a la TE-1.2.ASC	11	--	--	8	--	--	420	1	16	1,302	0,08	5241088	28
Línea a la TE-1.3.ASC	12	--	--	8	--	--	420	1	16	1,302	0,08	5241088	26
Línea a la TE-2.1.CLI	13	--	--	92	--	--	420	1	120	0,174	0,12	294811200	32
Línea a la TE-2.2.CLI	14	--	--	135	--	--	420	1	120	0,174	0,12	294811200	27
Línea a la TE-2.3.CLI	15	--	--	40	--	--	420	1	35	0,595	0,08	25079425	25

Ib Instal. (A)	Coef. Simultanei dad	Cos φ	Ic2 P. Carga (A.)	Rf2 (mΩ)	Xf2 (mΩ)	Σ Rf2 (mΩ)	Σ Xf2 (mΩ)	Σ Zf2 A Origen (mΩ)	er2 (V)	ex2 (V)	Σer2 (V)	Σ ex2 (V)	Vc (V)	e2 (%)	Icc2 (kA)	t (seg)
--	--	--	--	0,053	0,349	0,053	0,349	0,353	--	--	--	--	--	--	--	--
549,857	1,00	0,95	549,857	6,284	25,703	6,337	26,052	26,812	3,455	14,133	3,455	14,133	233,677	--	--	--
549,857	1,00	0,95	549,857	0,985	1,050	7,323	27,102	28,074	--	--	--	--	--	--	8,637	9,392
112,996	0,60	0,95	67,797	3,571	0,480	9,856	26,183	27,976	0,242	0,033	3,698	14,165	233,434	0,104	8,668	0,334
59,522	0,75	0,95	44,642	23,810	3,200	30,094	28,903	41,725	1,063	0,143	4,518	14,276	232,612	0,456	5,811	0,743
13,746	1,00	0,95	13,746	55,990	3,440	62,274	29,143	68,756	0,770	0,047	4,225	14,180	232,928	0,321	3,527	0,421
20,620	1,00	0,95	20,620	62,500	3,840	68,784	29,543	74,860	1,289	0,079	4,744	14,212	232,422	0,537	3,239	0,500
41,239	0,50	0,95	20,620	16,667	3,200	22,951	28,903	36,907	0,344	0,066	3,799	14,199	233,325	0,151	6,570	1,186
88,857	0,55	0,95	48,871	8,333	1,120	14,618	26,823	30,547	0,407	0,055	3,863	14,188	233,269	0,175	7,938	0,398
62,684	0,55	0,95	34,476	8,333	1,120	14,618	26,823	30,547	0,287	0,039	3,743	14,172	233,389	0,123	7,938	0,398
10,310	1,00	0,95	10,310	36,458	2,240	42,743	27,943	51,066	0,376	0,023	3,831	14,156	233,311	0,157	4,749	0,232
10,310	1,00	0,95	10,310	33,854	2,080	40,138	27,783	48,816	0,349	0,021	3,804	14,154	233,337	0,145	4,967	0,212
126,467	0,70	0,95	88,527	5,556	3,840	11,840	29,543	31,827	0,492	0,340	3,947	14,473	233,077	0,257	7,619	5,079
185,577	0,70	0,95	129,904	4,688	3,240	10,972	28,943	30,953	0,609	0,421	4,064	14,554	232,934	0,318	7,834	4,804
54,986	0,70	0,95	38,490	14,881	2,000	21,165	27,703	34,863	0,573	0,077	4,028	14,210	233,103	0,246	6,955	0,518

### 3.- Cálculos para la regulación de protecciones de líneas.

VALORES PARA	Nº de Lina	Pcc1 (MVA)	U1 (kV)	Pt (kVA)	Vcc (%)	Wc (W)	U2 (V)	N (Nº c.)	S (mm <sup>2</sup> )	$r_{\Sigma}$ ( $\Omega/\text{km}$ ) a 70°C	$x_{\Sigma}$ ( $\Omega/\text{km}$ )	Ncp nº Cond.	Scp (mm <sup>2</sup> )	re-cp ( $\Omega/\text{km}$ ) a 70°C	xe ( $\Omega/\text{km}$ )	L (m)
Línea de A.T	1	500	20	--	--	--	420	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Transformador 400 kVA	2	--	--	400	6	5700	420	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Línea en B.T. del Transformador	3	--	--	--	--	--	420	4	185	0,1126126	0,12	4	185	0,1126126	0,12	35
Línea al CS-(-1).1	4	--	--	82,2	--	--	420	1	35	0,5952381	0,08	1	35	0,5952381	0,08	6
Línea al CS-(-1).2	5	--	--	43,3	--	--	420	1	35	0,5952381	0,08	1	35	0,5952381	0,08	40
Línea a la TE-(-1).5.GPS	6	--	--	10	--	--	420	1	16	1,3020833	0,08	1	16	1,3020833	0,08	43
Línea a la TE-(-1).4.GPI	7	--	--	15	--	--	420	1	16	1,3020833	0,08	1	16	1,3020833	0,08	48
Línea a la TE-(-1).5.RX	8	--	--	30	--	--	420	1	50	0,4166667	0,08	1	50	0,4166667	0,08	40
Línea al CS-0.1	9	--	--	64,64	--	--	420	1	35	0,5952381	0,08	1	35	0,5952381	0,08	14
Línea al CS-1.1	10	--	--	45,6	--	--	420	1	35	0,5952381	0,08	1	35	0,5952381	0,08	14
Línea a la TE-1.2.ASC	11	--	--	7,5	--	--	420	1	16	1,3020833	0,08	1	16	1,3020833	0,08	28
Línea a la TE-1.3.ASC	12	--	--	7,5	--	--	420	1	16	1,3020833	0,08	1	16	1,3020833	0,08	26
Línea a la TE-2.1.CLI	13	--	--	92	--	--	420	1	120	0,1736111	0,12	1	120	0,1736111	0,12	32
Línea a la TE-2.2.CLI	14	--	--	135	--	--	420	1	120	0,1736111	0,12	1	120	0,1736111	0,12	27
Línea a la TE-2.3.CLI	15	--	--	40	--	--	420	1	35	0,5952381	0,08	1	35	0,5952381	0,08	25





Rf2 (mΩ)	Xf2 (mΩ)	Σ Rf2 (mΩ)	Σ Xf2 (mΩ)	Σ Zf2 A Origen (mΩ)	Rcp (mΩ)	Xcp (mΩ)	Σ Rcp (mΩ)	Σ Xcp (mΩ)	Σ Zcp (mΩ)	Σ Rs (mΩ)	Σ Xs (mΩ)	Σ Zs (mΩ)	Ia (kA)
0,05292	0,349272	0,05292	0,349272	0,35325834	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,28425	25,7029143	6,33717	26,0521863	26,8118655	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,98536036	1,05	7,32253036	27,1021863	28,0739728	--	--	--	--	--	7,32253036	27,1021863	28,0739728	8,19264168
3,57142857	0,48	9,85567857	26,1829143	27,9764079	3,57142857	0,48	3,57142857	0,48	3,60354021	13,4271071	26,6629143	29,852943	7,70443304
23,8095238	3,2	30,0937738	28,9029143	41,725456	23,8095238	3,2	23,8095238	3,68	24,0922358	53,9032976	32,5829143	62,9858063	3,65161635
55,9895833	3,44	62,2738333	29,1429143	68,7556526	55,9895833	3,44	55,9895833	7,12	56,4404805	118,263417	36,2629143	123,69816	1,85936477
62,5	3,84	68,78425	29,5429143	74,8602487	62,5	3,84	62,5	10,96	63,4536965	131,28425	40,5029143	137,390103	1,67406527
16,6666667	3,2	22,9509167	28,9029143	36,906951	16,6666667	3,2	16,6666667	14,16	21,8696908	39,6175833	43,0629143	58,5146776	3,93063774
8,33333333	1,12	14,6175833	26,8229143	30,5473808	8,33333333	1,12	8,33333333	15,28	17,4046788	22,9509167	42,1029143	47,952059	4,79645722
8,33333333	1,12	14,6175833	26,8229143	30,5473808	8,33333333	1,12	8,33333333	16,4	18,3957725	22,9509167	43,2229143	48,9383785	4,69978791
36,4583333	2,24	42,7425833	27,9429143	51,0659856	36,4583333	2,24	36,4583333	18,64	40,9470349	79,2009167	46,5829143	91,8844552	2,50314375
33,8541667	2,08	40,1384167	27,7829143	48,815805	33,8541667	2,08	33,8541667	20,72	39,6915986	73,9925833	48,5029143	88,4727929	2,59966926
5,55555556	3,84	11,8398056	29,5429143	31,8271076	5,55555556	3,84	5,55555556	24,56	25,1805043	17,3953611	54,1029143	56,83066	4,04711119
4,6875	3,24	10,97175	28,9429143	30,9527315	4,6875	3,24	4,6875	27,8	28,192422	15,65925	56,7429143	58,8639994	3,90731181
14,8809524	2	21,1652024	27,7029143	34,8628348	14,8809524	2	14,8809524	29,8	33,3088989	36,0461548	57,5029143	67,8668581	3,38898848

#### 4.- Interpretación de las hojas de cálculo.

Como complemento a la representación y definición de magnitudes utilizadas en el formulario que se ha indicado en el apartado 1.2.2, en este se hace mención a las siguientes columnas de las Hojas de Cálculo anteriores.

- Hojas de cálculo de líneas y diseño de protecciones
  - Columna K: Indica la máxima sollicitación térmica que el circuito elegido puede soportar como consecuencia de una punta de intensidad, cuyo tiempo máximo de aplicación sea inferior a 5 segundos (calentamiento adiabático).
  - Columna O: Indica el factor de potencia de la carga alimentada por la línea considerada.
  - Columna Q: Representa los valores de la resistencia óhmica del circuito correspondiente al tramo de la línea considerada.
  - Columna R: Representa los valores de la reactancia del circuito correspondiente al tramo de la línea considerada.
  - Columna S: Representa los valores de la resistencia óhmica del circuito desde el origen de la instalación, hasta el extremo más lejano del tramo de la línea considerada.
  - Columna T: Representa los valores de la reactancia del circuito desde el origen de la instalación, hasta el extremo más alejado del tramo de la línea considerada.
  - Columna U: Representa los valores de la impedancia del circuito desde el origen de la instalación, hasta el extremo más alejado del tramo de la línea considerada.
  - Columna V: Representa los valores de la caída de tensión óhmica del circuito correspondiente al tramo de la línea considerada.
  - Columna W: Representa los valores de la caída de tensión reactiva del circuito correspondiente al tramo de la línea considerada.
  - Columna X: Representa los valores de la caída de tensión óhmica del circuito desde el origen de la instalación, hasta el extremo más alejado del tramo de la línea considerada.
  - Columna Y: Representa los valores de la caída de tensión reactiva del circuito desde el origen de la instalación, hasta el extremo más alejado del tramo de la línea considerada.

- Columna Z: Representa los valores de la tensión en bornes de la carga en el extremo más alejado para la línea considerada, calculada según el factor de potencia indicado en cada caso en la columna O.
- Columna AA: Representa los valores de la caída de tensión en % de la de bornas de B.T. del transformador, calculada a partir de la  $V_c$  de la Columna Z.
- Columna AB: Representa la intensidad de cortocircuito trifásico máximo en el circuito, ocurrido en el punto extremo más alejado de la línea considerada.
- Columna AC: Representa el tiempo máximo que puede estar sometido el circuito a la  $I_{cc2}$  de la Columna AB correspondiente a la línea considerada. Por tanto el tiempo de disparo del interruptor automático que la protege, tiene que ser inferior a éste.

Se hace constar que la  $I_2$  representada en la Columna N, ha sido calculada para la tensión nominal (no la de placa) de la instalación, ya que en bornas de la carga (potencia instalada) siempre la tensión es inferior a la de placa del transformador.

- Hojas de cálculo para la regulación de protecciones de líneas
  - Columna P: Indica el valor de la Intensidad en Amperios a la que hay que ajustar el relé de “largo retardo” en el disparador automático.
  - Columna Q: Expresa el valor de la resistencia óhmica del conductor de fase en el tramo considerado del circuito.
  - Columna R: Expresa el valor de la reactancia del conductor de fase en el tramo considerado del circuito.
  - Columna S: Expresa el valor de la resistencia óhmica del conductor de fase desde el origen de la instalación para el punto de la misma considerado.
  - Columna T: Expresa el valor de la reactancia del conductor de fase desde el origen de la instalación para el punto de la misma considerado.
  - Columna U: Expresa el valor de la impedancia del conductor de fase desde el origen de la instalación para el punto de la misma considerado.
  - Columna V: Expresa el valor de la resistencia óhmica del CP en el tramo considerado del circuito.
  - Columna W: Expresa el valor de la reactancia del CP en el tramo considerado del circuito.

- Columna X: Expresa el valor de la resistencia óhmica del CP desde el origen de la instalación para el punto de la misma considerado.
- Columna Y: Expresa el valor de la reactancia del CP desde el origen de la instalación para el punto de la misma considerado.
- Columna Z: Expresa el valor de la impedancia del CP desde el origen de la instalación para el punto de la misma considerado.
- Columna AA: Expresa el valor de la resistencia óhmica del bucle de defecto desde el origen de la instalación para el punto de la misma considerado.
- Columna AB: Expresa el valor de la reactancia del bucle de defecto desde el origen de la instalación para el punto de la misma considerado.
- Columna AC: Expresa el valor de la impedancia del bucle de defecto desde el origen de la instalación para el punto de la misma considerado.
- Columna AD: Indica el valor de la Intensidad en amperios generada en el defecto a tierra en el punto de la instalación considerado para una  $U_0 = 230$  voltios.
- Columna AE: Indica el valor de la Intensidad en amperios a la que hay que ajustar el relé de “corto retardo” en el disparador automático.

## **VIV.- BIBLIOGRAFÍA.**

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, según Real Decreto del Ministerio de Industria nº 842/2002 de agosto.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias (MIE-RAT) aprobadas por Decreto 12.224/1984, y publicado en el BOE 1-8-84.
- Código Técnico de Edificación.
- “Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación”. Comisión de Reglamentos de UNESA.
- Catálogo de Transformadores IMEFY.
- Catálogo de Celdas de M.T. INAEL.
- Catálogo de Grupo Electrónico ENERCO.
- [www.abb.com](http://www.abb.com)
- Documentación técnica sobre conductores de Prysmian.
- Catálogo de Iluminación de ORNALUX, S.A.
- Catálogo de Iluminación de PHILIPS.
- Catálogo de Iluminación de ZUMTOBEL.
- Catálogo de Canalizaciones GEWISS.
- Catálogo de Canalizaciones PEMSA.
- Niveles medios de iluminación según la norma EN 12464-1.